

## ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: РЕВОЛЮЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

За последние два десятилетия с момента появления Интернета и новых отраслей информационной индустрии произошли поистине революционные изменения во всех сферах нашей жизни. В ближайшие 10–15 лет ожидается следующий радикальный скачок, который будет связан с внедрением индустриального Интернета вещей (*The Industrial Internet of Things* — IIoT). По мере того как различные небытовые устройства (например, робототехнические комплексы на цифровом производстве), оснащенные датчиками и сенсорами и подключенные к Интернету, станут «общаться» между собой без вмешательства человека, трансформируются основные сектора экономики (промышленное производство, энергетика, транспорт, медицина, сельское хозяйство и др.), и полностью изменится сама модель взаимодействия людей и машин. К 2030 г. вклад от развития Интернета вещей в мировую экономику может составить около \$14 трлн.

Внедрение технологий IIoT повысит эффективность труда на предприятиях, позволит экономить на плановом ремонте оборудования и общих эксплуатационных затратах, минимизирует аварии на производстве и в целом увеличит предсказуемость промышленных систем. На макроуровне это приведет к росту энергоэффективности и конкурентоспособности экономики, стиранию границ между отраслями, снижению техногенного влияния на окружающую среду. Одним из следствий для социальной и гуманитарной сферы станет вытеснение низкоквалифицированного труда (как физического, так и умственного) машинами и появление новых видов компетенций, требующих высокой квалификации. В данном трендлеттере рассматриваются отдельные технологические направления, которые будут способствовать внедрению IIoT.

#### Трендлеттер выходит 1–2 раза в месяц.

Каждый выпуск посвящен одной теме:

- Медицина и здравоохранение
- Рациональное природопользование
- **Информационно-коммуникационные технологии**
- Новые материалы и нанотехнологии
- Биотехнологии
- Транспортные средства и системы
- Энергоэффективность и энергосбережение

Мониторинг глобальных технологических трендов проводится Институтом статистических исследований и экономики знаний Высшей школы экономики ([issek.hse.ru](http://issek.hse.ru)) в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

При подготовке трендлеттера использовались следующие источники:

Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 года ([prognoz2030.hse.ru](http://prognoz2030.hse.ru)), материалы научного журнала «Форсайт» ([foresight-journal.hse.ru](http://foresight-journal.hse.ru)), данные Web of Science, Orbit, World Intellectual Property Organization, [minsvyaz.ru](http://minsvyaz.ru), [gartner.com](http://gartner.com), [idc.com](http://idc.com), [accenture.com](http://accenture.com), [weforum.org](http://weforum.org), [json.tv](http://json.tv), [vision-systems.com](http://vision-systems.com), [technavio.com](http://technavio.com), [thinkmobiles.com](http://thinkmobiles.com), [marketsandmarkets.com](http://marketsandmarkets.com), [cisco.com](http://cisco.com), [tadviser.ru](http://tadviser.ru), [tractica.com](http://tractica.com), [automationworld.com](http://automationworld.com), [industryweek.com](http://industryweek.com), [engineerlive.com](http://engineerlive.com), [rightscale.com](http://rightscale.com), [augmentedreality.org](http://augmentedreality.org), [cloudcomputing-news.net](http://cloudcomputing-news.net), [phase1vision.com](http://phase1vision.com) и др.

Более детальную информацию о результатах исследования можно получить в ИСИЭЗ НИУ ВШЭ: [issek@hse.ru](mailto:issek@hse.ru), +7 (495) 621-82-74.

#### Над выпуском работали:

Мария Токарева, Константин Вишневецкий, Юлия Мильшина, Лилия Киселева, Елена Гутарук, Владимир Пучков, Олег Васильев.

© Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2016

# ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Широкое распространение Индустриального Интернета вещей требует решения ряда вопросов, среди которых важное место занимает проблема сбора, хранения и анализа огромных массивов данных, получаемых от различных устройств. Около 90% всей имеющейся в мире информации человечество создало за последние два года. К примеру, один большой нефтеперерабатывающий завод каждый день генерирует примерно терабайт «сырых» данных. По мере развития промышленной автоматизации и роста внедрения M2M-технологий (machine-to-machine) облачные вычисления становятся наиболее эффективным способом аккумуляции и обработки больших объемов информационных ресурсов.

Облачные вычисления — это модель предоставления сетевого доступа к коллективно используемому набору настраиваемых вычислительных ресурсов, которые пользователь может оперативно задействовать под свои задачи при сведении к минимуму собственных управленческих усилий и времени взаимодействия с провайдером. Облачные платформы позволяют быстро и легко пользоваться сервисами и приложениями, помогают повысить скорость принятия решений и увеличить производительность в целом. Облачные сервисы могут быть публичными, частными и гибридными (наиболее перспективное направление развития). С помощью гибридных облаков компании, которые исчерпали потенциал своего корпоративного хранилища данных, получают возможность, сохранив у себя наиболее важную часть ИТ-инфраструктуры, передать остальные ИТ-ресурсы на обслуживание облачным провайдером.

## Технологическая эволюция: облачные вычисления



## Эффекты

- Повышение эффективности использования всех видов ресурсов
- Сокращение капитальных расходов и затрат на обслуживание, поддержку и обновление ИТ (при работе с публичным облаком)
- Повышение уровня кастомизации продукции, ускорение выхода продуктов на рынок
- Экономия благодаря стандартизации оборудования, виртуализации, внедрению новых принципов совместного потребления программных приложений

## Оценки рынка

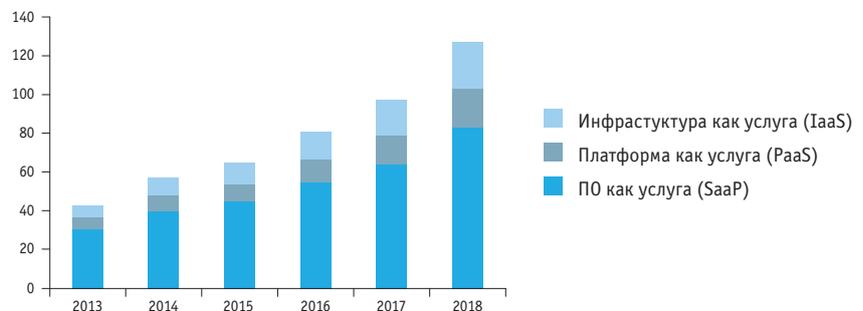
До \$140 млрд

к 2019 г. вырастет рынок публичных облачных сервисов с \$70 млрд в 2015 г. (ежегодный темп роста — 19%). \$92 млрд достигнет к 2021 г. мировой рынок гибридных «облаков» (в 2016 г. — \$33 млрд)  
Ок. 30% составит ежегодный темп роста сегментов IaaS и PaaS (2015–2019)

## Драйверы и барьеры

- ↑ Повышение производительности микропроцессоров
- ↑ Развитие методов метакомпьютинга
- ↑ Увеличение скорости передачи данных
- ↑ Увеличение емкостей носителей информации и снижение стоимости хранения данных
- ↓ Проблемы в сфере кибербезопасности
- ↓ Зависимость сохранности пользовательских данных от поставщиков облачных услуг

## Структурный анализ: Расходы на публичные облачные услуги в мире



## Международные научные публикации



## Международные патентные заявки



## Уровень развития технологии в России



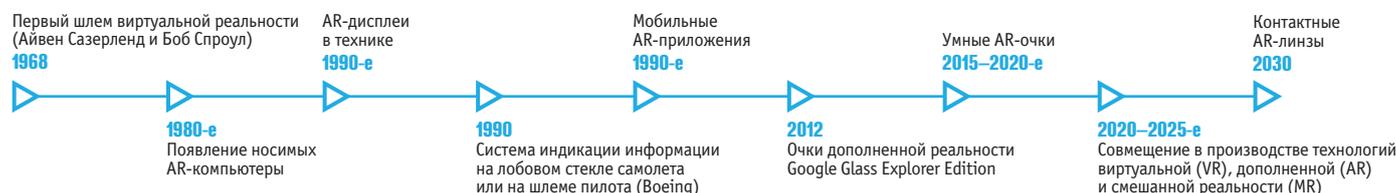
«Заделы» — наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований

# ТЕХНОЛОГИИ «ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ» В ПРОИЗВОДСТВЕ

Дополнение реального мира цифровыми объектами с помощью различных носимых устройств и гаджетов все увереннее входит в современные индустриальные практики, в частности, становится неотъемлемым элементом кастомизированного производства. Технологии дополненной реальности (Augmented Reality — AR) намного упрощают и сокращают процесс создания нового продукта: благодаря замене физических прототипов виртуальными моделями, совместимыми с реальными устройствами, можно еще на ранних этапах увидеть ошибки проектирования или эффекты того или иного усовершенствования. Эти технологии в целом позволяют снизить влияние человеческого фактора, сократить затраты на ремонт оборудования, повысить производительность труда и конкурентоспособность на рынке.

Кроме моделирования деталей, планирования и оптимизации производственных процессов, в частности монтажа, AR-технологии используют для координации деятельности отделов и сотрудников и даже для создания рабочих инструкций и технических публикаций. Например, в складской деятельности «умные очки» используются для автоматизации процессов, технического и сервисного обслуживания, удаленного консультирования по ремонту оборудования.

### Технологическая эволюция: дополненная реальность в производстве



### Эффекты

- Уменьшение влияния человеческого фактора
- Оптимизация логистики за счет мониторинга передвижения грузов и состояния объектов в режиме реального времени
- Предиктивное обслуживание оборудования и сокращение затрат на его ремонт
- Снижение рисков получения травм на производстве

### Оценки рынка

**\$120 млрд**

достигнет к 2020 г. объем мирового рынка в области AR и VR.

\$80 млрд к 2022 г. достигнет рынок мобильных устройств, приложений и сервисов AR (ежегодный темп роста — 70% с 2016 по 2022 гг.).

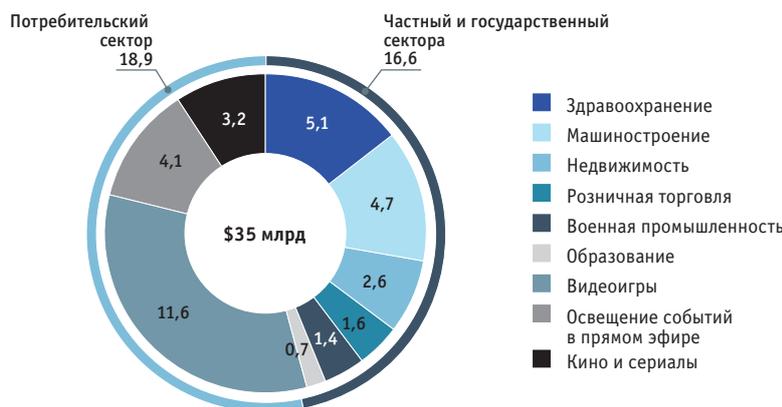
140% составит среднегодовой темп роста мирового рынка «умных» очков в 2016–2020 гг.

### Драйверы и барьеры

- ↑ Сокращение периода разработки стандартов и технологических платформ
- ↑ Повышение требований к гибкости производства
- ↑ Рост спроса на кастомизированную продукцию
- ↓ Проблемы кибербезопасности
- ↓ Высокие затраты на внедрение технологий из-за необходимости полной замены уже существующей инфраструктуры производственного процесса

### Структурный анализ:

Структурный анализ объема рынка программного обеспечения для технологий AR и VR в 2025 г., млрд \$



### Международные научные публикации



### Международные патентные заявки



### Уровень развития технологии в России



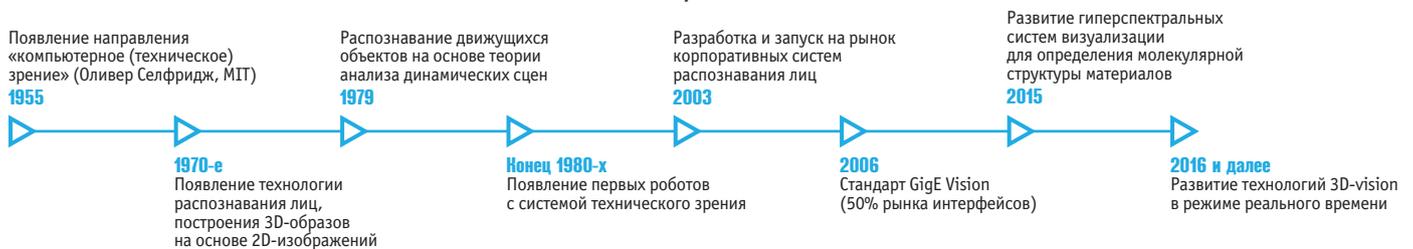
«Задель» – наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований

# СИСТЕМЫ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

В условиях современного высокотехнологичного производства человек не может обеспечить стопроцентный контроль всех операций. В результате брак обнаруживается слишком поздно, что приводит к большим потерям материалов и средств. Повысить управляемость производственного процесса и оптимизировать его работу, в частности автоматизировать контроль выпускаемой продукции, помогают системы машинного зрения. Они сочетают в себе реальное оборудование и виртуальные модели и умеют анализировать визуальную информацию.

Информацию на входе системы машинного зрения формируют промышленные видеокамеры (смарт-камеры), обладающие функциями высокоточной локализации объектов, распознавания текста, считывания штрих- и двумерных кодов, геометрических измерений, работы с цветом и др. Программное обеспечение систем машинного зрения анализирует изображения с этих камер, после чего передает полученные данные оператору, автоматизированной системе управления технологическим процессом (АСУ ТП), роботу или напрямую исполнительным механизмам для управления производством. Системы машинного зрения особенно эффективны в тех случаях, когда объем, скорость или сложность анализируемой информации существенно превышают способности оператора. Такие системы применяются в машиностроении (в том числе в автомобилестроении), электронике, медицине и фармацевтике, робототехнике, а также для лабораторных испытаний.

## Технологическая эволюция: технологии машинного зрения



## Эффекты

- Оптимизация производственных процессов, управления и контроля, в том числе в агрессивных средах
- Существенное повышение эффективности производства
- Увеличение степени автоматизации производственных процессов с последующим сокращением низкооплачиваемых видов работы

## Оценки рынка

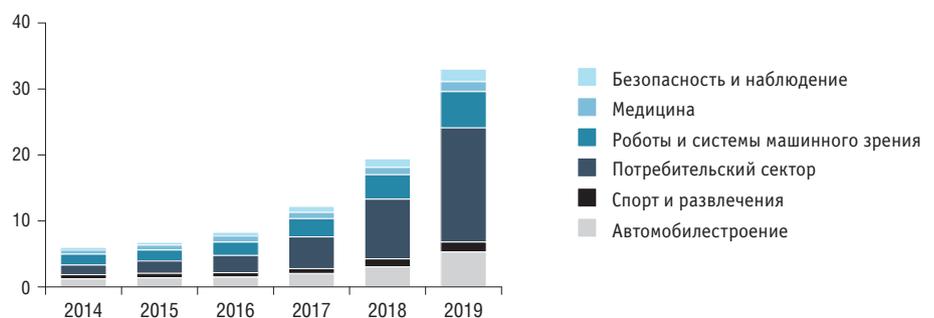
**\$12,5 млрд**

составит объем мирового рынка систем машинного зрения в 2020 г. (в 2015 г. — \$8,08 млрд). Ежегодные темпы роста в 2015–2020 гг. прогнозируются на уровне 9%.

## Драйверы и барьеры

- ↑ Рост вычислительной мощности компьютеров
- ↑ Развитие технологий машинного обучения
- ↑ Цифровое управление оборудованием на производстве
- ↓ Высокие издержки внедрения технологии на крупных производствах
- ↓ Высокая сложность и стоимость внедрения новых технологий из-за отсутствия взаимодействия между существующими системами
- ↓ Отсутствие необходимой инфраструктуры

## Структурный анализ: Динамика доходов от систем компьютерного зрения по вертикальным рынкам в 2014–2019 гг., млрд \$



## Международные научные публикации



## Международные патентные заявки



## Уровень развития технологии в России

«Заделы» – наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований