7 трендов и цифровая трансформация в здравоохранении. Взгляд Microsoft

Александр Данилин, Microsoft
e-mail: adanilin@microsoft.com
май 2017 г.

Содержание

- 7 трендов (не ИТ) в системе здравоохранения, которые оказывают сильнейшее влияние на то, как в этой системе будут использоваться ИТ
- Тренды и перспективы **использования ИТ для цифровой трансформации в здравоохранении,** как их видит компания Microsoft
  - Инициатива **Microsoft Healthcare NExT** (**N**ew **Ex**periences in **T**echnology)

7 трендов в здравоохранении

ТРЕНД 1

Огромные средства тратятся на лечение людей тогда, КОГДА они больны

ТРЕНД 2

Большая часть средств тратится на очень небольшую группу людей, которые серьезно больны

ТРЕНД 3

Изменения в демографии меняют требования к системе здравоохранения

ТРЕНД 4

Драматический рост хронических заболеваний

ТРЕНД 5

Нехватка врачей и медицинского персонала вообще

ТРЕНД 6

Высокая цена потери здоровья, которая происходит по собственной вине людей

ТРЕНД 7

Высокие потери, связанные с неровным качеством оказываемых услуг

ТРЕНД 1

Огромные средства тратятся на лечение людей тогда, КОГДА они больны

ТРЕНД 2

Большая часть средств тратится на очень небольшую группу людей, которые серьезно больны

ТРЕНД 3

Изменения в демографии меняют требования к системе здравоохранения

ТРЕНД 4

Драматический рост хронических заболеваний

ТРЕНД 5

Нехватка врачей и медицинского персонала вообще

ТРЕНД 6

Высокая цена потери здоровья, которая происходит по собственной вине людей

ТРЕНД 7

Высокие потери, связанные с неровным качеством оказываемых услуг

США

5% населения потребляет **50%** ресурсов здравоохранения

Большая часть ресурсов направляется на лечение относительно небольшой группы пациентов, которые ОЧЕНЬ больны. Система здравоохранения сфокусирована на лечении больных людей в ситуации, когда они в своем состоянии уже не могут жить нормальной жизнью.

ТРЕНД 1

Огромные средства тратятся на лечение людей тогда, КОГДА они больны

ТРЕНД 2

Большая часть средств тратится на очень небольшую группу людей, которые серьезно больны

ТРЕНД 3

Изменения в демографии меняют требования к системе здравоохранения

ТРЕНД 4

Драматический рост хронических заболеваний

ТРЕНД 5

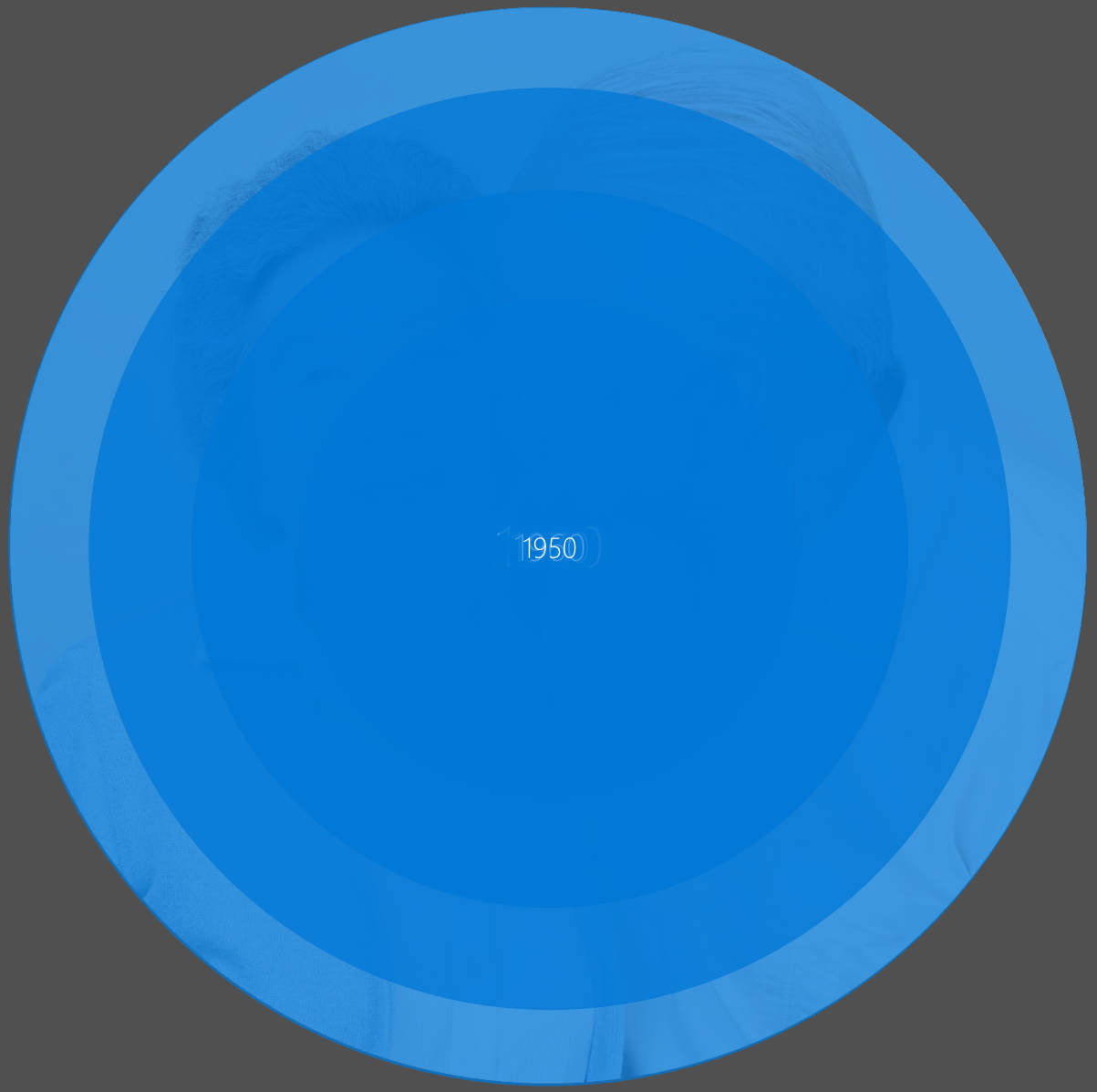
Нехватка врачей и медицинского персонала вообще

ТРЕНД 6

Высокая цена потери здоровья, которая происходит по собственной вине людей

ТРЕНД 7

Высокие потери, связанные с неровным качеством оказываемых услуг



[redacted] тыс. человек

Рост количества людей в возрасте 65+ во всем мире

ТРЕНД 1

Огромные средства тратятся на лечение людей тогда, КОГДА они больны

ТРЕНД 2

Большая часть средств тратится на очень небольшую группу людей, которые серьезно больны

ТРЕНД 3

Изменения в демографии меняют требования к системе здравоохранения

ТРЕНД 4

Драматический рост хронических заболеваний

ТРЕНД 5

Нехватка врачей и медицинского персонала вообще

ТРЕНД 6

Высокая цена потери здоровья, которая происходит по собственной вине людей

ТРЕНД 7

Высокие потери, связанные с неровным качеством оказываемых услуг

Хронические заболевания являются причиной **63% всех смертей** по миру в целом

- Более 1/3 жителей Европы страдают как минимум от одного хронического заболевания
- 2 из 3 граждан Европы, достигших пенсионного возраста, страдают, как минимум, от двух хронических заболеваний. **И это очень дорого.**
- Развитые страны тратят от **70%-80% расходов системы здравоохранения** на борьбу с хроническими заболеваниями.
- В Европе, при этом, 97% этих расходов связаны с лечением хронических заболеваний, а оставшиеся 3% - с предотвращением.

Итоговый эффект последних двух трендов

- **«Эффект цунами» с точки зрения нагрузки на систему здравоохранения (расходы на поддержание здоровья людей в возрасте 65+ в 4-5 выше, чем на людей моложе 65 лет)**
- Изменения в возрастной структуре населения, рост хронических заболеваний создают **новые долгосрочные потребности в области оказания медицинских услуг**
- Это требует **другого профиля и моделей оказания медицинских услуг** (**телемедицина**; **постоянные, долгосрочные контакты с пациентами**, особенно пожилыми и страдающими хроническими заболеваниями; **интернет вещей**, и пр.)
- **ИТ-решения должны быть интегрированы с медицинскими услугами в рамках всей системы взаимодействия**: дома, на работе, в обществе, в системе медицинского и социального обеспечения.

ТРЕНД 1

Огромные средства тратятся на лечение людей тогда, КОГДА они больны

ТРЕНД 2

Большая часть средств тратится на очень небольшую группу людей, которые серьезно больны

ТРЕНД 3

Изменения в демографии меняют требования к системе здравоохранения

ТРЕНД 4

Драматический рост хронических заболеваний

ТРЕНД 5

Нехватка врачей и медицинского персонала вообще

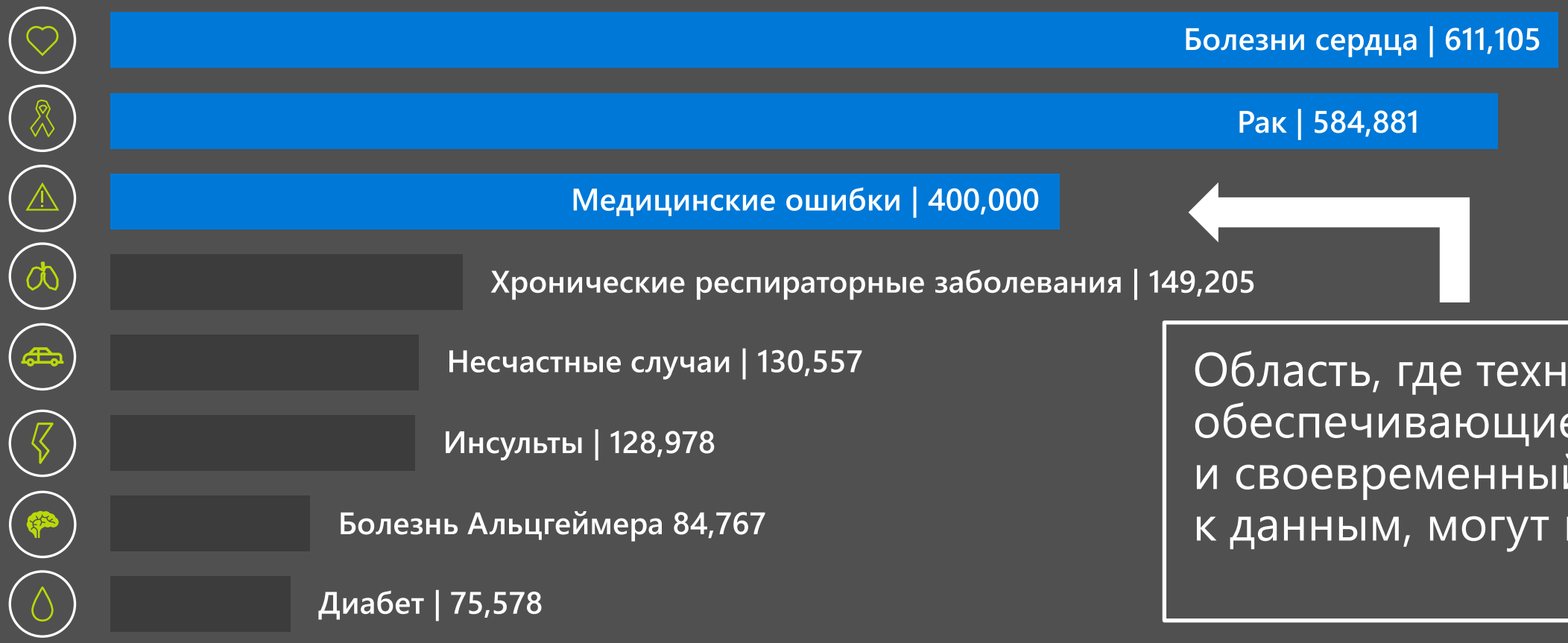
ТРЕНД 6

Высокая цена потери здоровья, которая происходит по собственной вине людей

ТРЕНД 7

Высокие потери, связанные с неровным качеством оказываемых услуг

Основные факторы смертности (для США)



Область, где технологии, обеспечивающие полный и своевременный доступ к данным, могут помочь

ТРЕНД 1

Огромные средства тратятся на лечение людей тогда, КОГДА они больны

ТРЕНД 2

Большая часть средств тратится на очень небольшую группу людей, которые серьезно больны

ТРЕНД 3

Изменения в демографии меняют требования к системе здравоохранения

ТРЕНД 4

Драматический рост хронических заболеваний

ТРЕНД 5

Нехватка врачей и медицинского персонала вообще

ТРЕНД 6

Высокая цена потери здоровья, которая происходит по собственной вине людей

ТРЕНД 7

Высокие потери, связанные с неровным качеством оказываемых услуг

Цифровая трансформация в здравоохранении

Триединая цель системы здравоохранения

Потребности неограниченные, ресурсы ограничены

Трансформация ИТ-решений в здравоохранении

Системы электронных записей (эл. медицинские карты и пр.)

Системы анализа информации, дающие знания

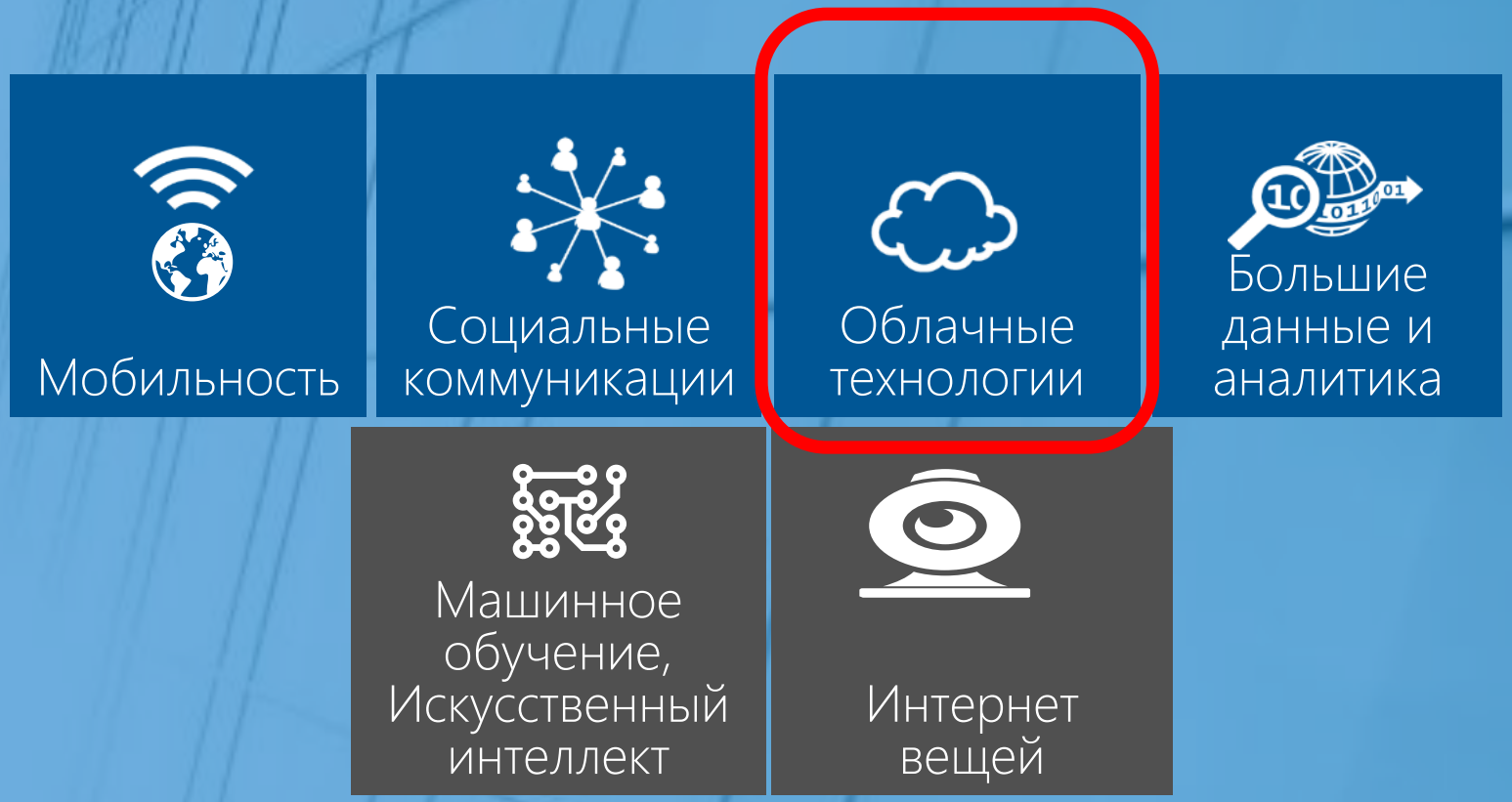
Системы, обеспечивающие взаимодействие

2 тренда, которые будут двигателями цифровой трансформации в здравоохранении

В системе здравоохранения генерируется 30% мировых данных в цифровой форме

Источник: Milliard, Mike. Deluge of data has hospitals swimming upstream. Healthcare IT News, 03.08.2012.
http://www.healthcareitnews.com/news/deluge-data-hashospitals-swimming-upstream

Технологические мегатренды открывают новые возможности для ИТ в здравоохранении

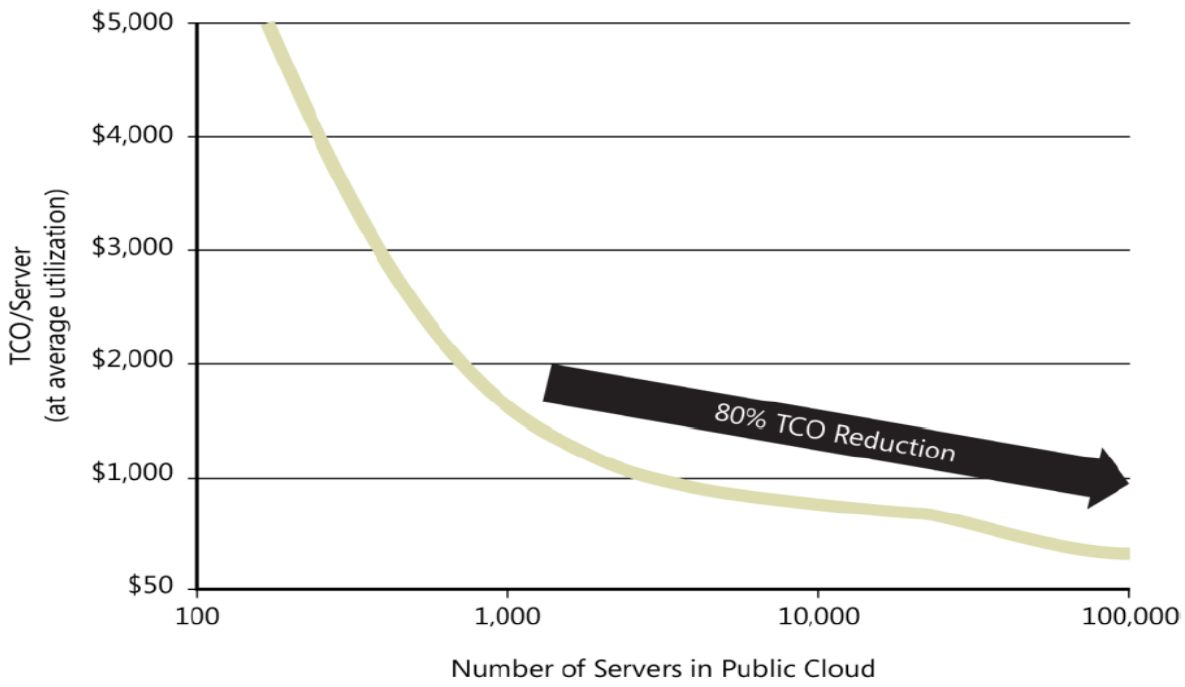


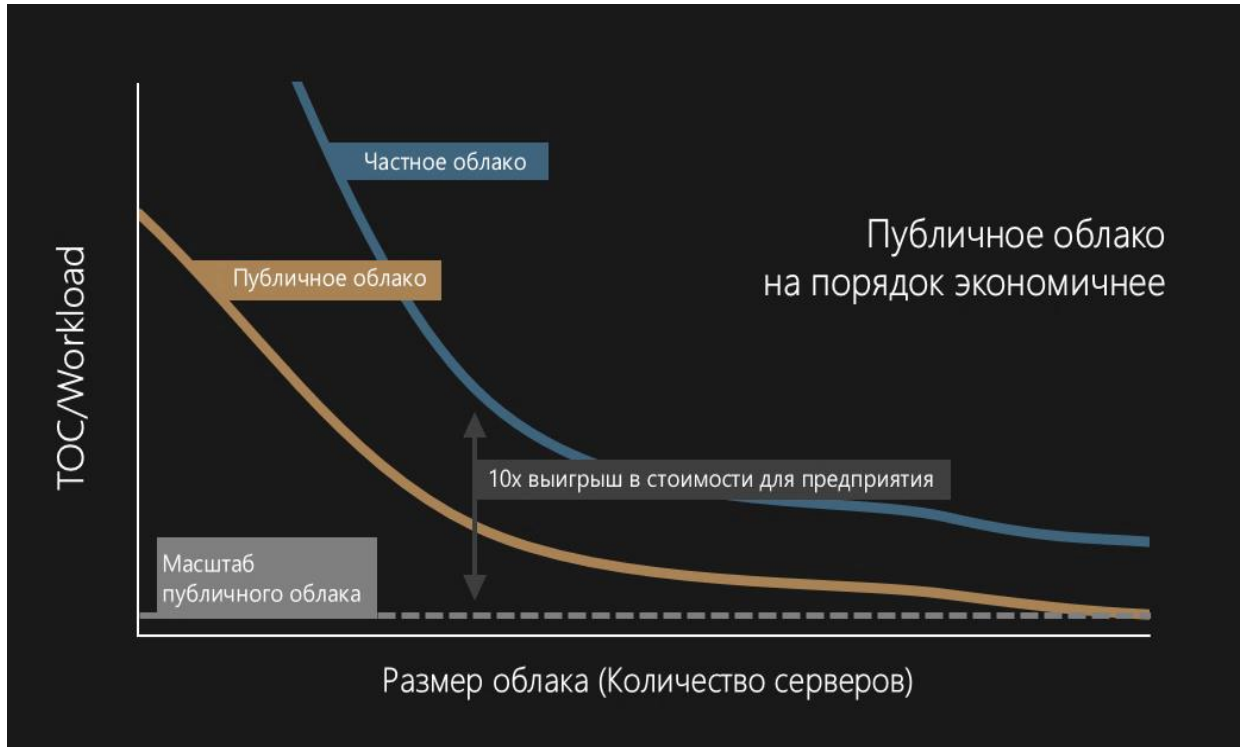
Два фактора говорят о **неизбежности использования облачных вычислений в здравоохранении:**

- **Экономический** (колоссальная экономия на масштабе)
- **Функциональный** (**интеллектуальные** облачные сервисы)

«В мире нет ничего более могущественного, чем идея, время которой пришло»
Виктор Гюго

Экономия на масштабе облачных вычислений





Снижение общей стоимости владения в расчете на один сервер при увеличении количества серверов в «облаке»

Источник: Barry Brings and Eduardo Kassner. Enterprise Cloud Strategy, Microsoft Press, 2016 (e-book, доступна по адресу: https://info.microsoft.com/enterprise-cloud-strategy-ebook.html)

При развертывании **частного «облака» организации могут достичь до 40% экономии** своих расходов на ИТ (Источник: Jim Rapoza. Rounding Up Virtual Machine Sprawl With Private Cloud. Aberdeen. January 4, 2016.)

В облаке Microsoft Azure 1 млн.+ серверов и 100 ЦОДов по всему миру

Интеллектуальное облако Microsoft Azure: 1 продукт, 100+ сервисов

Developer Services

- Visual Studio Team Services
- Azure DevTest Labs*
- VS Application Insights*
- HockeyApp
- Developer Tools

Management & Security

- Azure Portal
- Scheduler
- Automation
- Log Analytics
- Key Vault
- Security Center*

Compute

- Virtual Machines
- Virtual Machine Scale Sets
- Cloud Services
- Batch
- RemoteApp
- Service Fabric
- Azure Container Service

Web & Mobile

- Web Apps
- Mobile Apps
- Logic Apps*
- API Apps
- API Management
- Notification Hubs
- Mobile Engagement
- Functions*

Data & Storage

- SQL Database
- DocumentDB
- Redis Cache
- Storage: Blobs, Tables, Queues, Files and Disks
- StorSimple
- Search
- SQL Data Warehouse*
- SQL Server Stretch Database*

Analytics

- Data Lake Analytics*
- Data Lake Store*
- HDInsight
- Machine Learning
- Stream Analytics
- Data Factory
- Data Catalog
- Power BI Embedded*

Internet of Things & Intelligence

- Azure IoT Suite
- Azure IoT Hub
- Event Hubs
- Cortana Intelligence Suite
- Cognitive Services*

Media & CDN

- Media Services
- Content Delivery Network

Identity & Access Management

- Azure Active Directory
- B2C*
- Domain Services*
- Multi-Factor Authentication

Hybrid Integration

- BizTalk Services
- Service Bus
- Backup
- Site Recovery

Networking

- Virtual Network
- ExpressRoute
- Traffic Manager
- Load Balancer
- Azure DNS*
- VPN Gateway
- Application Gateway

Большинство этих сервисов требуются для традиционных и инновационных решений в области медицины

Сценарии использования облачной платформы Microsoft в здравоохранении

Office 365 | Microsoft Dynamics CRM Online | Microsoft Azure

Инновации в прикладных системах

Академические и клинические исследования

Секвенирование генома и точная медицина

МИСы

Office 365
SharePoint
Skype for Business
Exchange
Azure SQL

Трансформа-ция ЦОДов

Хранение медицинских снимков

Гибридное развертывание медиц. приложений

Резервные копий систем и данных для восстанов-ления после сбоев

Порталы пациентов в облаке

Azure SQL
Azure Storage
Azure Stack

Использование интернета вещей

Удаленный мониторинг пациентов

Превентивное обслуживание медиц. оборудования

Контроль устройств и пациентов

Умные здания и клинические кампусы

Azure IOT Suite
Events Hub
Stream Analytics
Dynamics CRM

Анализ данных и извлечение знаний

Клиническая аналитика

Аналитика по работе медучреждений

Машинное обучение и ИИ для анализа мед. информации

Идентификация мошенничества

Azure SQL
Power BI
Cortana Analytics
Azure HD Insights (Hadoop)

Обеспечение мобильной работы

Управление и обеспечение безопасности использования мобильных устройств

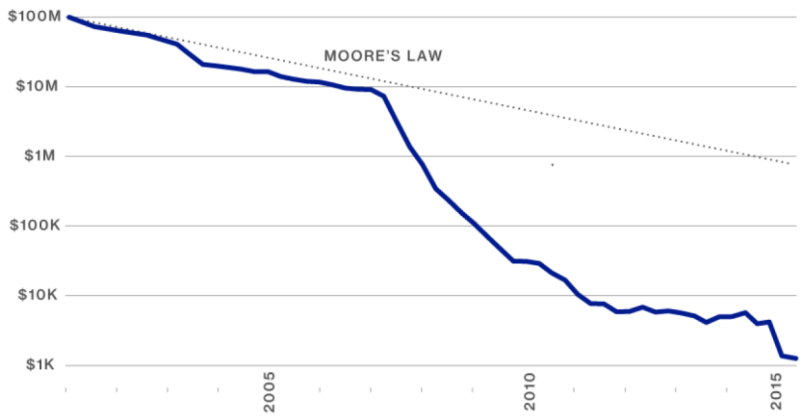
Windows 10
Microsoft Intune & OMS
Active Directory

Объемы данных и требования к вычислительным мощностям в здравоохранении

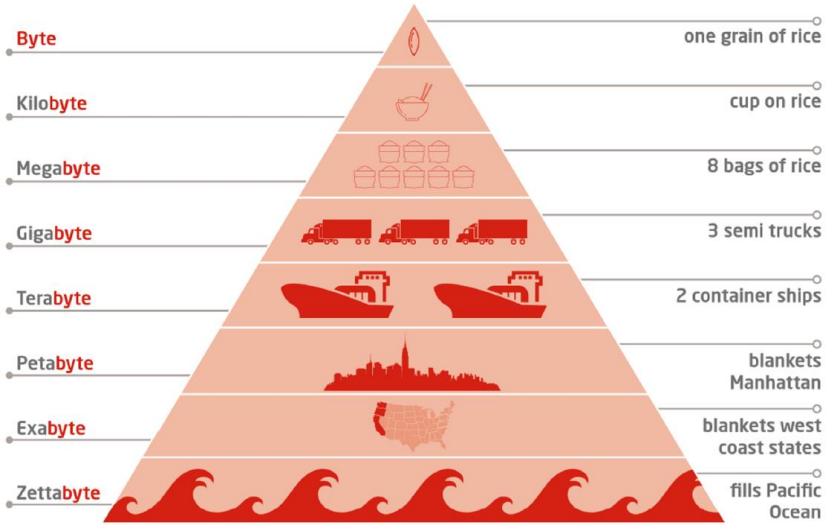
- **В системе здравоохранения генерируется 30% мировых данных в цифровой форме**
  - Источник: Milliard, Mike. Deluge of data has hospitals swimming upstream. Healthcare IT News, 03.08.2012, http://www.healthcareitnews.com/news/deluge-data-hashospitals-swimming-upstream
- Объем данных в цифровой форме в системе здравоохранения увеличивается на 48% ежегодно
  - Источник: Health Analytics for everyone, www.microsoft.com/health
- Колоссальные объемы данных, связанные с **анализом генома человека (геномика) для целей «точной медицины»**
  - Человек – это «большие данные»: миллиарды символов закодированы в каждом из нас
  - Генетический код одного человека – это примерно 100 ГБ информации
  - Сегодня анализ ДНК человека стоит примерно $1000 – это примерно 2% от стоимости этой процедуры в 2010 г. Это возможно благодаря высокопроизводительным облачным вычислениям и хранению данных в облаке. Технология становится мейнстримом благодаря падению цены и доступности
  - Эксперты оценивают, что к 2025 г. будут проанализированы геномы 100 млн. человек.
  - **Облачные вычисления** – идеальный инструмент для такого анализа
  - Полная расшифровка этого кода – это примерно 24 часа вычислений на достаточно мощной виртуальной машине (Azure D14 instance: 16 ядер, 112 Гб оперативной памяти, 800 Гб локальной SSD-памяти и пр.)
  - Объем данных, которые генерируются в области геномики, удваивается каждые 7 месяцев и скоро будет находится в области зетабайт (10 в 21 степени байт) (~40 экзабайт данных в год к 2025 г.)

    - Источник: The Economist. Digital Health: Total Convergence, 2017

Стоимость расшифровки генетического кода



Реально БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ



Microsoft

Genomics

Январь 2016

Была сформирована выделенная команда специалистов и инженеров, выделены ресурсы Microsoft Research

Цели:

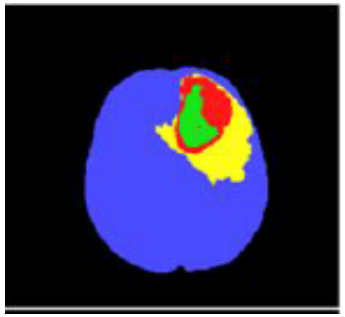
- Быстр расшифровка и анализ ДНК в сообществе с партнерами на основе высокопроизводительных облачных вычислений в Microsoft Azure
- Вторичный, третичный анализ и интеграция с электронными медицинскими записями
- Предоставление доступа к облачному хранилищу данных через специализированное API
- Использование аналитических возможностей Microsoft Azure

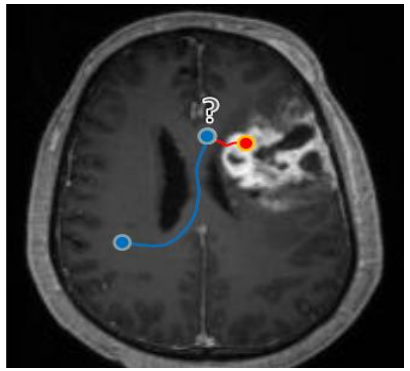
https://enterprise.microsoft.com/en-us/industries/health/genomics/

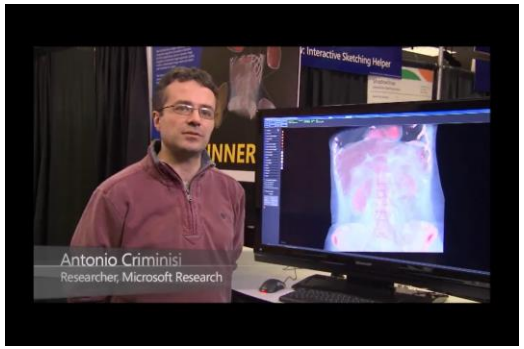
InnerEye. Пример возможностей технологий **искусственного интеллекта и машинного обучения в медицине**

- Проект MS Research по разработке **ПО с использованием ИИ для планирования радиотерапии**
- **Построение на основе стандартных снимков КТ 3D-модели** участков, пораженных раковой опухолью, **в течение минут** (вместо нескольких часов) для последующего лечения
- Обеспечивает более быструю и точную классификацию болезни и лучший конечный результат радиотерапии
- Не требует использования труда врачей супер-высокой квалификации (экономия средств)
- **Облачные технологии и алгоритмы машинного обучения**

Комплексная диагностика
Предиктивный анализ







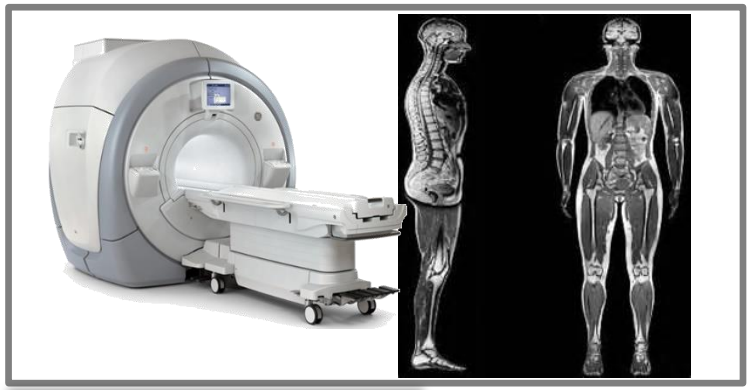
Анализ снимка
InnerEye

https://www.microsoft.com/en-us/research/project/medical-image-analysis/
http://www.bbc.com/news/technology-34210351 (видео)

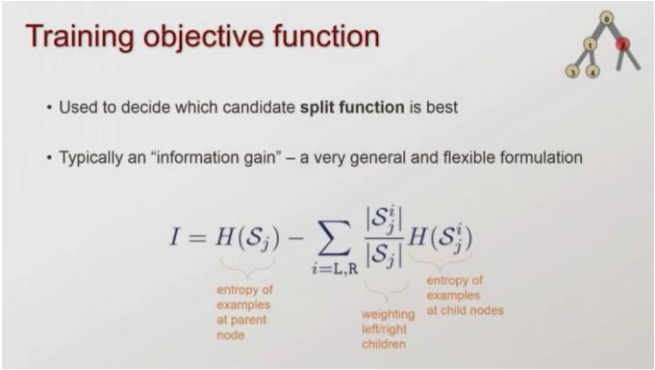
Использование алгоритмов, апробированных в Kinect

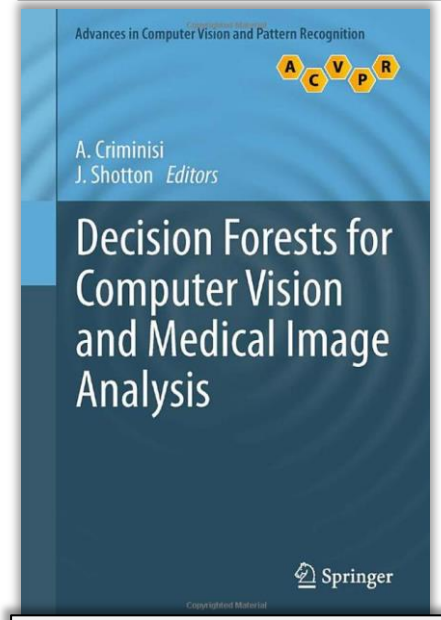
Используются одни и те же алгоритмы машинного бучения для интерпретации различных типов изображений

МРТ

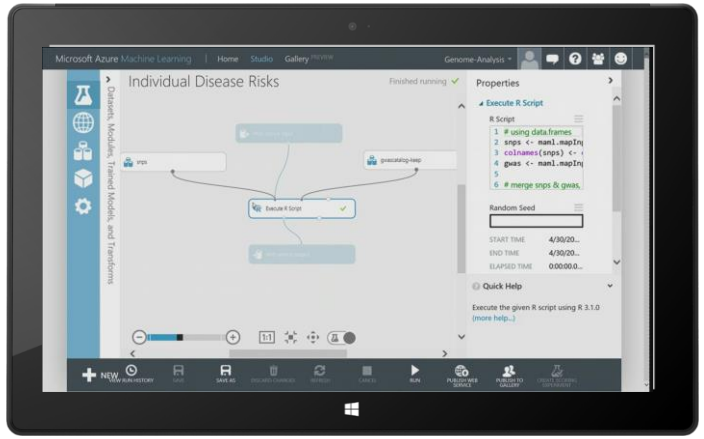


Глубокий анализ изображения Kinect



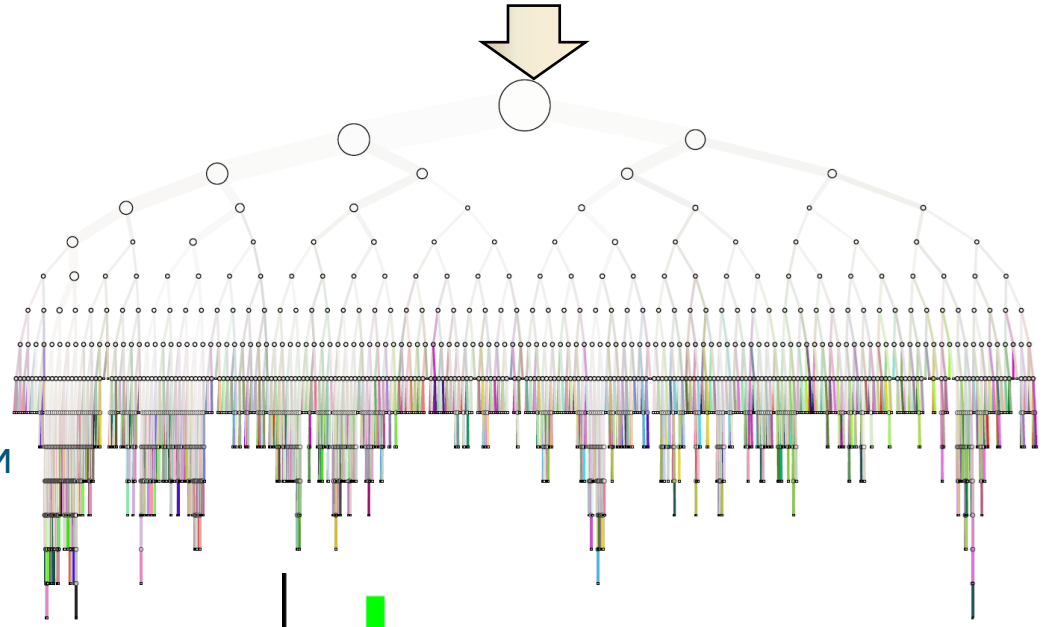


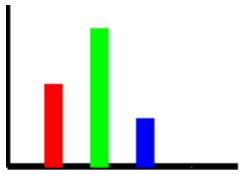
A. Criminisi and J. Shotton, **Decision Forests for Computer Vision and Medical Image Analysis**, Springer, February 2013



Леса и деревья принятия решений для семантической сегментации изображений

Тестовые данные на входе



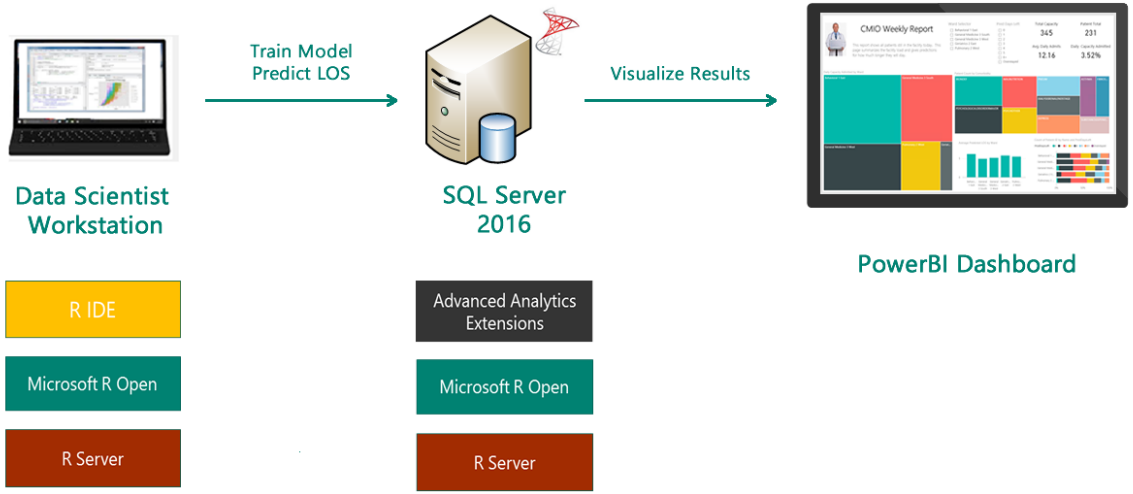


Вероятностное предсказание

Галерея демо-шаблонов решений для здравоохранения с использованием технологий **машинного обучения**

https://gallery.cortanaintelligence.com/industries/healthcare

- Предсказание продолжительности пребывания пациента в госпитале
  - https://microsoft.github.io/r-server-hospital-length-of-stay/
- Бинарная классификация данных для идентификации рака груди
- Предсказание рака груди с использованием Azure Machine Learning для анализа данных
- Предсказание болезней сердца с использованием набора данных из репозитория Калифорнийский университет в Ирвайне UCI Machine Learning repository



Архитектура on-premise решения по предсказанию пребывания пациента в госпитале с использованием SQL Server R Services

Шаблоны Skype for Business для использования в телемедицине

- **Open Source шаблоны для Skype for Business**, которые позволяют партнерам, клиникам создавать решения для удаленного взаимодействия врачей между собой и с пациентами в различных ситуациях и сценариях (https://dev.office.com/skype)
- **Различные варианты развертывания** – локальные сервера, облачные сценарии или гибрид, для соответствия требованиям масштабирования, безопасности, надежности и структуре затрат

- **Консультации «врач-врач»**
- **Консилиумы**
- **Сервисы «второго мнения»**

Консультации между врачом и пациентом

- Все необходимые инструменты коммуникаций “под рукой” – **чат**, **голос**, **видео**, **статус присутствия** и **место нахождения**
- Спонтанные и запланированные **конференции**
- Поддержка передачи видео в формате **H.264,** режим **совместной работы** с материалами и возможность **передачи данных** с других систем в режиме реального времени
- **Web-приложение Skype for Business** предоставляет возможность подключения из любого места с полным набором функций совещаний доступных в версии клиента для ПК (Internet Explorer, Firefox, Chrome, Safari)
- **SDK и API для разработчиков** (встраивание в функционал МИС)

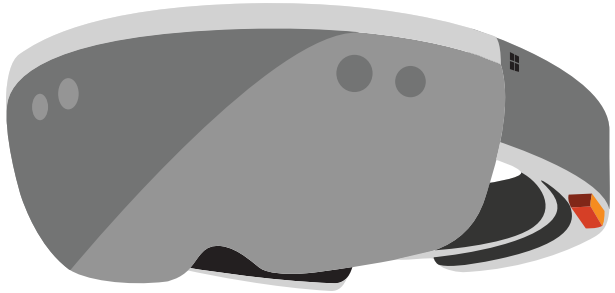
DESKTOP MOBILE WEB APP SKYPE ROOM SYSTEM

ИННОВАЦИИ

Microsoft HoloLens

https://www.youtube.com/watch?v=SKpKlh1-en0

- **Кейс Вестерн Резерв** — частный университет в Кливленде, штат Огайо, США. Один из ведущих частных исследовательских институтов в США.
- Анатомия преподается студентом примерно одинаково в продолжении сотен последних лет. Студенты в процессе обучения смотрят соответствующие иллюстрации, которые двумерные по своей сути. А тело человека – оно **трехмерное!**
- **Microsoft HoloLens** – это носимый голографический компьютер. Это технология дополненной реальности, которая позволяет привнести цифровой мир в реальный мир.



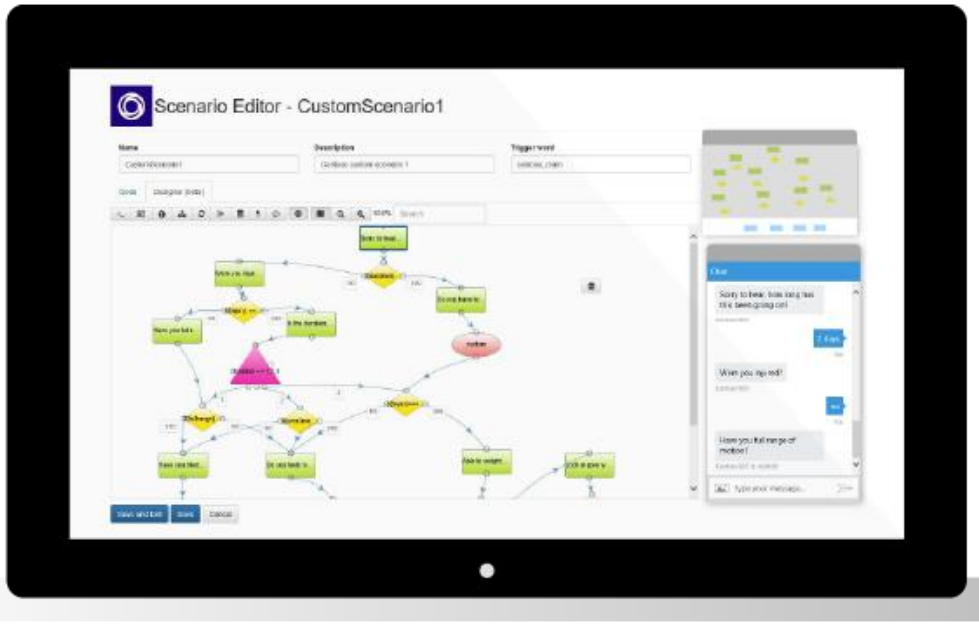
HoloLens для обучения врачей

Cortana Analytics в здравоохранении

Носимые устройства

Инструментарий для **создания роботов (ботов) в интересах здравоохранения** “Microsoft’s AI health chatbot technology”

https://www.healthvault.com/en-us/health-bot/



- Различные сценарии использования
  - Первичная сортировка пациентов на основе стандартных медицинских протоколов или полностью адаптированных
  - Возможность предоставления ответов по льготам и ценам
  - **Возможность полной настройки** и встраивания в МИСы и порталы взаимодействия с пациентами
- Интеллектуальные возможности настройки диалога
  - «Коробочная» готовая функциональность
  - Поддержка динамической интерактивный настройки диалога
  - Использование знаний от предыдущих контактов с пациентом
  - Использование информации из HealthVault с данными по пациенту, включая используемые препараты, данные с носимых устройств
- Использование индустриальных баз знаний для генерации более релевантных ответов

Digital Health – mHealth – Mindpax (Венгрия)

Mindpax.me

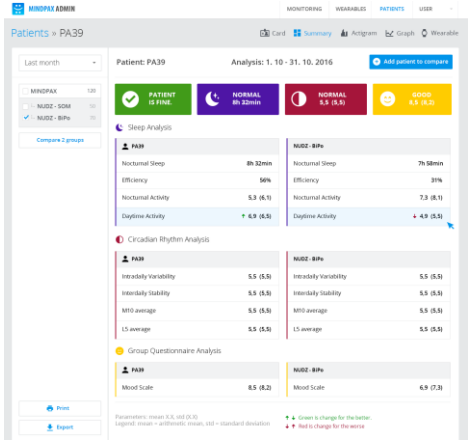
Website: www.mindpax.me
App: https://play.google.com/store/search?q=mindpax&c=apps
Видео: http://www.youtube.com/watch?v=6Z3SLiSle3o

Решение Mindpax

- **Mindpax – система контроля и помощи для пациентов, страдающих биполярными расстройствами психики.** Предоставляет врачам на постоянной основе информацию о качестве сна и физической активности пациента. Это дает объективную информацию в отношении хода заболевания
- Mindpax визуализирует 9 показателей, которые связаны с рецидивами заболеваний и сравнивает их с контрольной группой
- Mindpax работает над механизмом предсказания, которые идентифицируют рецидивы (манию или депрессию) пациентов с биполярными расстройствами зas 6-8 недель до того, как они произойдут. Это уменьшает потребность в дорогой госпитализации.
- Mindpax предоставляется как SaaS-сервис. Пациенты получают специализированное носимое устройство MindG бесплатно. Устройство сертифицировано и работает 9 месяцев без зарядки. Устройство передает данные через мобильное приложение. Используется технология работы Microsoft Azure IoT Suite.

Ключевые метрики (KPIs)

- В марте 2017 начали поставки в Канаду Canada, Великобританию и США
- Цель – 75% точности предсказания шизофрении
- Используются данные о стандартах сна, собранные глобально от 10 млн. людей



РАБОТОСПОСОБНОСТЬ РЕШЕНИЯ

 # пользователей

- 90 пациентов с биполярными расстройствами
- 60 пациентов с проблемами питания
- 100 контрольных групп
- Март 2017 – дополнительно 300 пациентов в Оттаве, Лондоне, Станфорде и Бостоне.

Публикации

- De Crescenzo, F., Economou, A., Sharpley, A. L., Gormez, A., & Quested, D. J. (2016). Actigraphic features of bipolar disorder: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*. http://doi.org/10.1016/j.smrv.2016.05.003
- Robillard, R., Naismith, S. L., Rogers, N. L., Ip, T. K. C., Hermens, D. F., Scott, E. M., & Hickie, I. B. (2013). Delayed sleep phase in young people with unipolar or bipolar affective disorders. *Journal of Affective Disorders*, *145*(2), 260–263. http://doi.org/10.1016/j.jad.2012.06.006
- Gonzalves, B. S. B., Cavalcanti, P. R. A., Tavares, G. R., Campos, T. F., & Araujo, J. F. (2014). Nonparametric methods in actigraphy: An update. *Sleep Science*, *7*(3), 158–164. http://doi.org/10.1016/j.slsci.2014.09.013
- Salvatore, P., Ghidini, S., Zita, G., De Panfilis, C., Lambertino, S., Maggini, C., & Baldessarini, R. J. (2008). Circadian activity rhythm abnormalities in ill and recovered bipolar I disorder patients. *Bipolar Disorders*, *10*(2), 256–265. http://doi.org/10.1111/j.1399-5618.2007.00505.x

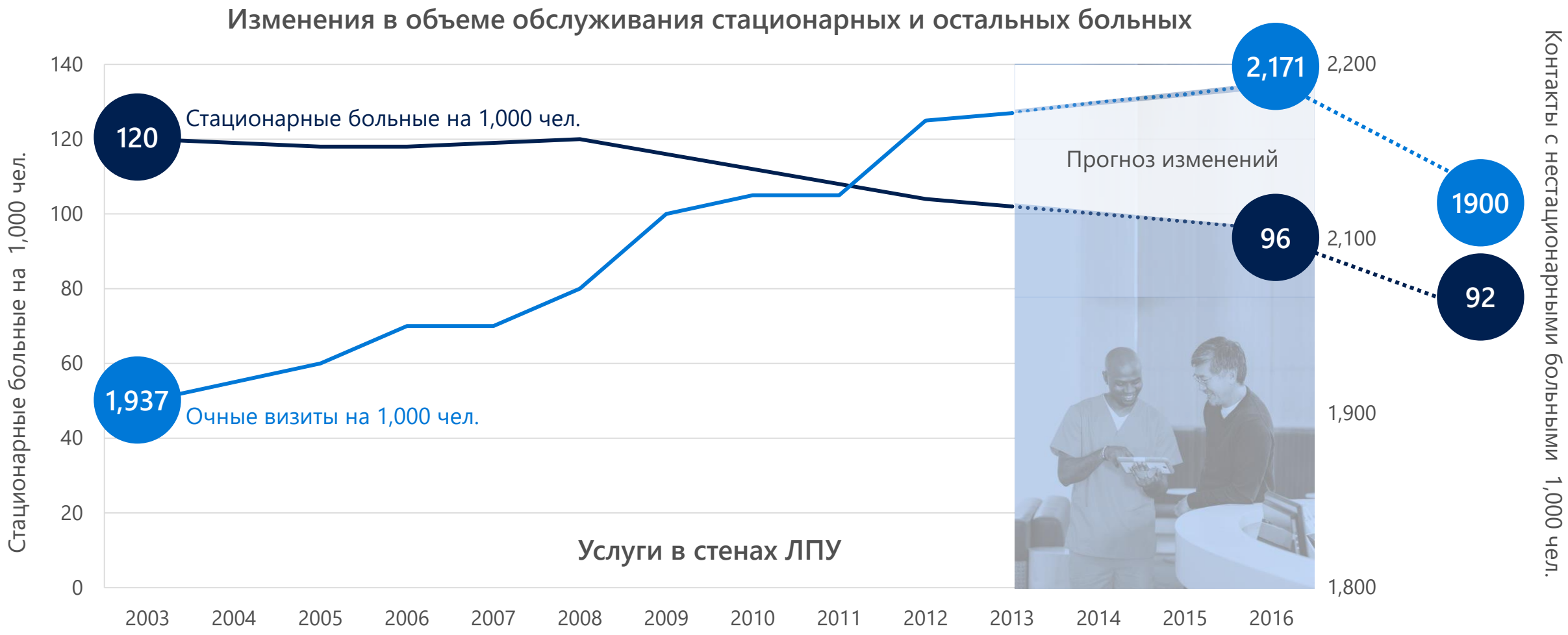
ЦЕНЫ

- 1 пациент @ 15EUR в месяц. 1:2 эффективность по сравнению со стоимостью госпитализации

medapp

Трансформация и Возможности

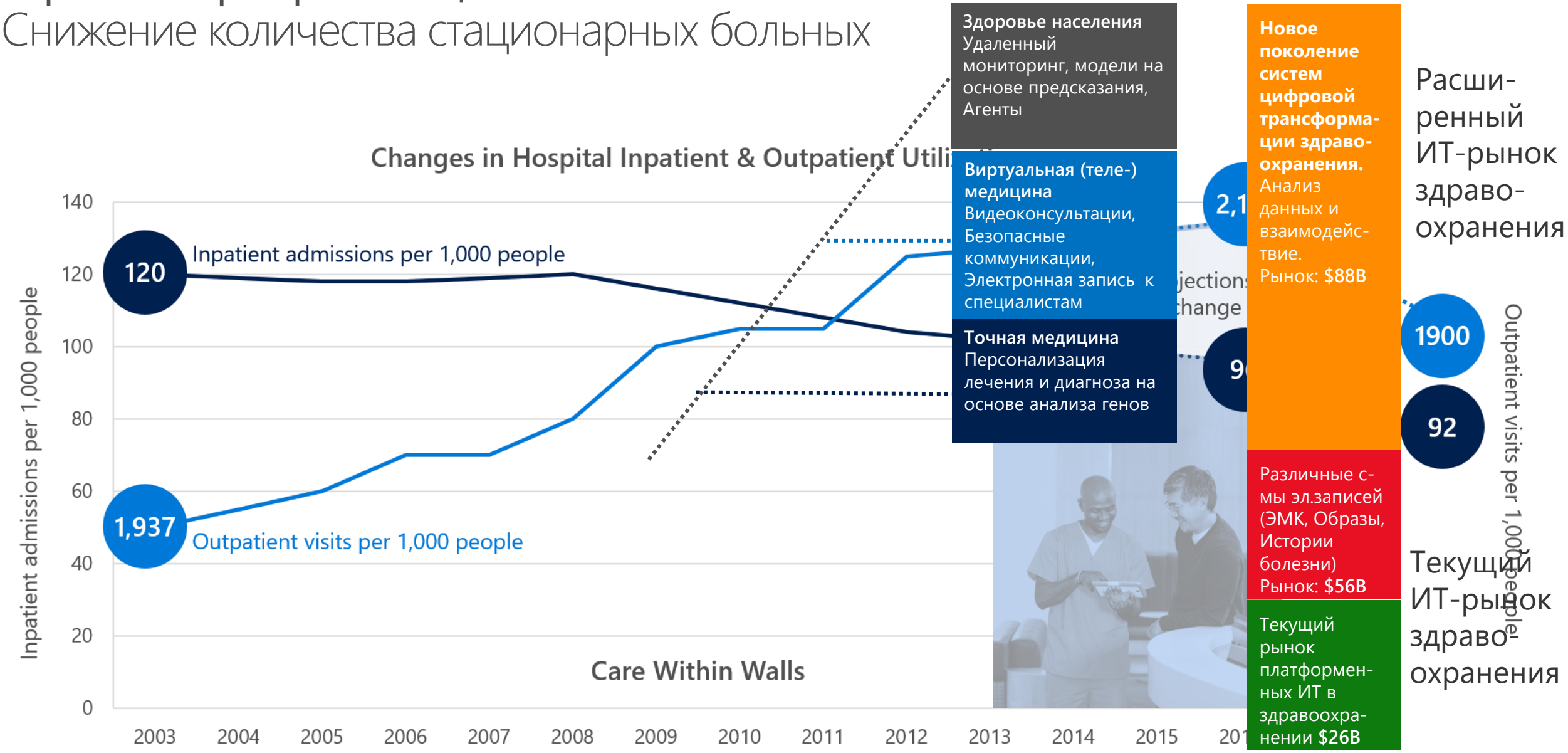
Снижение количества стационарных больных



Источник: PwC Health Research Insights

Трансформация и Возможности

Снижение количества стационарных больных



Цифровая трансформация в здравоохранении

Взаимодействие с пациентами

Больше возможностей для медработников

Оптимизация всех аспектов управления ЛПУ

Трансформация оказания услуг

Информация

- **Цифровая трансформация** в здравоохранении: **www.HealthDigitalTransformation.com**
- Галерея **демо-шаблонов** решений для здравоохранения с использованием технологий **машинного обучения** **https://gallery.cortanaintelligence.com/industries/healthcare**
- Больше информации: **microsoft.com/health**
- Информация на русском языке: **https://enterprise.microsoft.com/ru-ru/industries/health/**