

ДР для
Промышленного
интернета вещей

Лекция № 3

Интернет вещей и промышленный интернет
вещей (IoT / IIoT). Понятия и определения

Платформа IIoT. Понятия и определения

ThingWorx – пример платформа IIoT

IIOT: ЧТО ПОДРАЗУМЕВАЮТ ПОД ТЕРМИНОМ

Total Recall

- Традиционная формула: «Интернет умных вещей = объединение информационных потоков, генераторами которых являются устройства и изделия, дополненные средствами приёма-передачи цифрового контента»
- Формула «Промышленный интернет вещей» = подкатегория категории «Интернет (умных) вещей», = объединение информационных потоков, генераторами которых являются устройства и изделия, дополненные средствами приёма-передачи цифрового контента. Информационные потоки рассматриваются в рамках производственных процессов, задействованных на всех этапах разработки, производства и эксплуатации «умных» вещей

Промышленный интернет вещей – распространение технологии Интернета Вещей на процессы разработки, производства и эксплуатации «умных вещей»

- **Радикальный сдвиг** – вплоть до пересмотра бизнес-стратегии предприятия, занятого выпуском «умных устройств»
- **Новые отношения** – изменение способов взаимоотношения производитель-потребитель «умных изделий»
- **Новые процессы** – «традиционная» цепь процессных доменов наполняется новым содержанием самих процессов в каждом домене (НИОКР-проектирование – изготовление – логистика – продажа - послепродажное сопровождение)
- **Новые структуры** – межфункциональное информационное взаимодействие требует принципиально новой структуры

IIoT helps work become more engaging and productive



87%

Business leaders say IIOT will result in the net creation of jobs



Real-time data aids analysis



Intelligent machines automate tasks



Work augmented by wearables etc



New jobs and flexible organizations

Total Recall

Для обуздания бурного роста процессов 4-й промышленной революции – внедрение передовых IT = систем IoT/ IIoT (платформ разработки)

- Платформа интернета вещей: Информационная и модельная структура
- Платформа интернета вещей: объекты →

– «вещь»

– «параметр»

– «сервис»

– «событие»

– «предупреждение»

В контексте названия курса -
Дополненная реальность – технология
дружественного пользовательского
интерфейса интернета вещей и человека

Total Recall

- Платформа интернета вещей: Информационная и модельная структура

Total Recall

- Платформа интернета вещей: объекты →

– «вещь»

– «параметр»

– «сервис»

– «событие»

– «предупреждение»

Для работы в интернете вещей (IoT) необходимо иметь эффективные возможности по созданию взаимодействия пользователей (людей) и информационных моделей «умных подсоединенных вещей» (**smart connected thing**). Реальная работа с объектами интернета вещей может потребовать большей гибкости использования, большей наглядности представления результатов взаимодействия и более активного использования носимых средств мобильной связи.

Для этой цели более всего подходят аппаратные и программные средства, реализующие концепцию «Дополненной Реальности» (**Augmented Reality, AR**).

1

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИОТ/ИИОТ

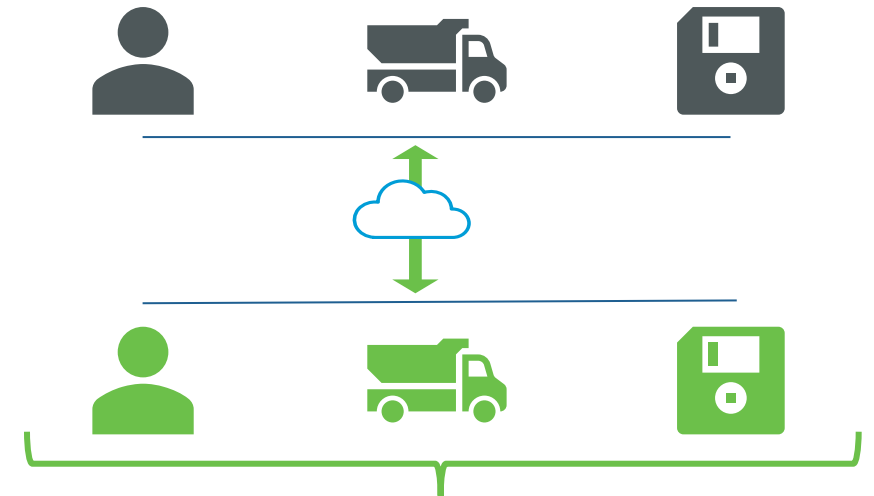
МИР ФИЗИЧЕСКИЙ И ЦИФРОВОЙ

Для каждого участника (устройства, системы, человека = вещь) физического мира создаётся соответствующий цифровой двойник (ЦД → далее – информационная модель умной вещи) в мире виртуальном, который обладает свойствами, возможностями и поведением вещи из реального мира

ФИЗИЧЕСКИЙ
PHYSICAL

МИР

ЦИФРОВОЙ
DIGITAL



Цифровые двойники представляют интересы участников физического мира в цифровом мире

http://a0601.narod.ru/Digital_Twin.pdf

Каждому участнику из реального мира (т.е. каждому человеку и каждому устройству или системе) ставится в соответствие цифровой двойник — объект с некоторой степенью интеллектуальности, представляющий его интересы в мире виртуальном. Виртуальный мир можно назвать в некоторой степени улучшенной копией нашей жизни: там есть те же участники, которые чаще всего следуют заранее установленным и известным правилам, предоставляя достоверные ответы на заданные вопросы, честные и открытые — альтруисты, в общем. **При этом взаимосвязь реального и цифрового миров двунаправленная:** решения из цифрового мира отдаются в реальность для исполнения, а все события реального мира (очень часто непредвиденные) отражаются на мире цифровом.

МИР ФИЗИЧЕСКИЙ И ЦИФРОВОЙ

УЧАСТНИК → (устройство, система, человек) **ВЕЩЬ** физического мира → цифровой двойник (ЦД) → **Smart Connected THING** → информационная модель умной вещи в мире виртуальном, который обладает свойствами, возможностями и поведением вещи из реального мира

ФИЗИЧЕСКИЙ
PHYSICAL

МИР

ЦИФРОВОЙ
DIGITAL



http://a0601.narod.ru/Digital_Twin.pdf

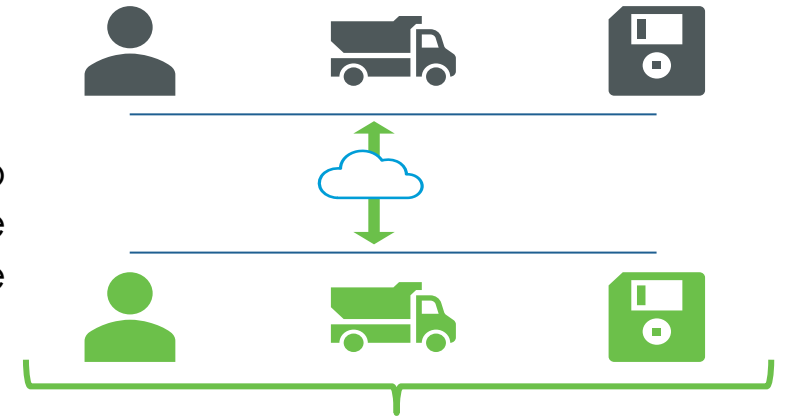
«Определение **ЦД** должно быть нейтральным по отношению к любой его конкретной реализации и должно покрывать все формы **ЦД**. Ниже представлены два потенциально стандартных определения, которые основаны на двух упомянутых выше общих характеристиках **ЦД**.

Определение от CIMdata:

Цифровой двойник – это виртуальное представление некоторой физической сущности или набора таких сущностей (физического двойника), которое основано на использовании **двустороннего информационного обмена** с ассоциированным физическим двойником.

Определение от Рабочей группы по системному моделированию:

Цифровой двойник – это цифровой заменитель (суррогат), являющийся описанием физической сущности, такой как продукты, процессы, системы, люди и устройства, который может быть использован с разными целями. Цифровой двойник использует **данные и информацию** от объекта реального мира и обеспечивает обратную связь с этим реальным объектом».



Цифровые двойники представляют интересы участников физического мира в цифровом мире

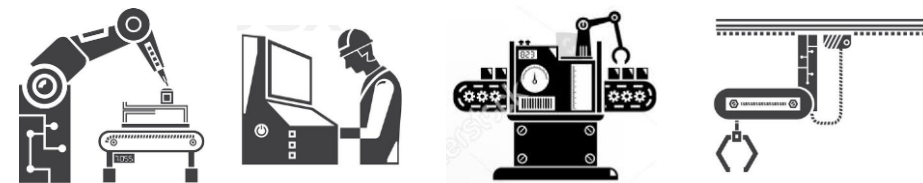
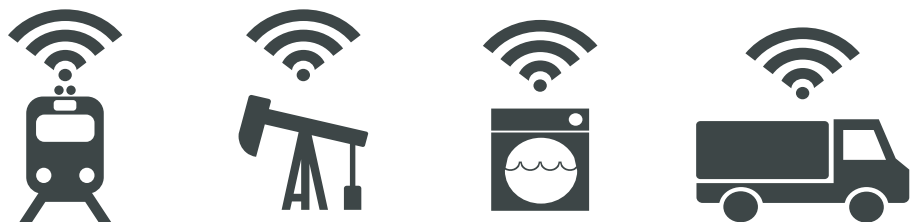
IoT

Smart Connected Things
Умные подключенные вещи

IIoT

Smart Connected Products
Умные подключенные изделия

Smart Connected Operations
Умные подключенные операции



SCP

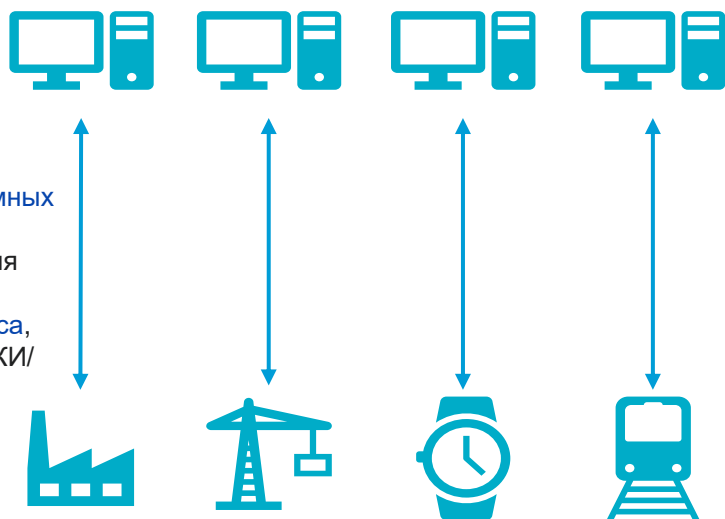


SCO

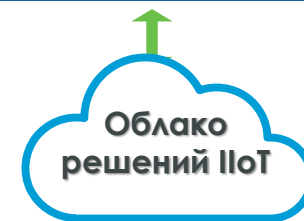
РАЗЛИЧИЕ M2M И IIOT

M2M «АСУ»

Автоматизированная система управления (АСУ) — комплекс аппаратных и программных средств, а также персонала, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия. /ВИКИ/



Межмашинное взаимодействие (машинно-машинное взаимодействие, англ. **Machine-to-Machine, M2M**) — общее название технологий, которые позволяют машинам обмениваться информацией друг с другом, или же передавать её в одностороннем порядке в **системы управления машинами**. Это могут быть проводные и беспроводные системы мониторинга датчиков или каких-либо параметров устройств (температура, уровень запасов, местоположение и т. д.)



IIoT

- Создание
- Управление
- Аналитика
- Взаимодействие
- Дополненная реальность

← Smart [Connected] Things

Объединение информационных потоков, генераторами которых являются устройства и изделия, дополненные средствами приёма-передачи цифрового контента. **Информационные потоки рассматриваются в рамках производственных процессов, задействованных на всех этапах разработки, производства и эксплуатации «умных» вещей**

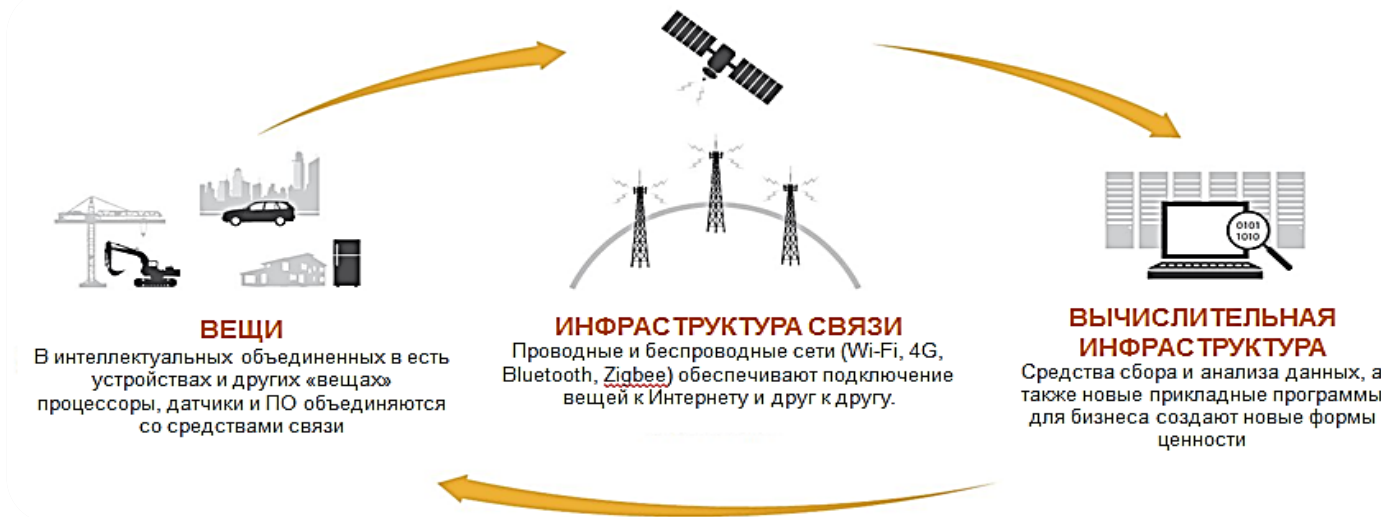
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ (IOT)

Total Recall

Интернет вещей - это концепция и набор сопутствующих технологий: а) для совершенствования разработки и эксплуатационных характеристик изделий и систем путем присоединения этих изделий и систем к различным сетям для обмена информацией об:

- управляющих воздействиях (командах),
- состоянии изделий и систем,
- состоянии окружающей среды и др.;

б) для организации послепродажного сервиса путем создания автоматизированных систем управления изделиями и системами.



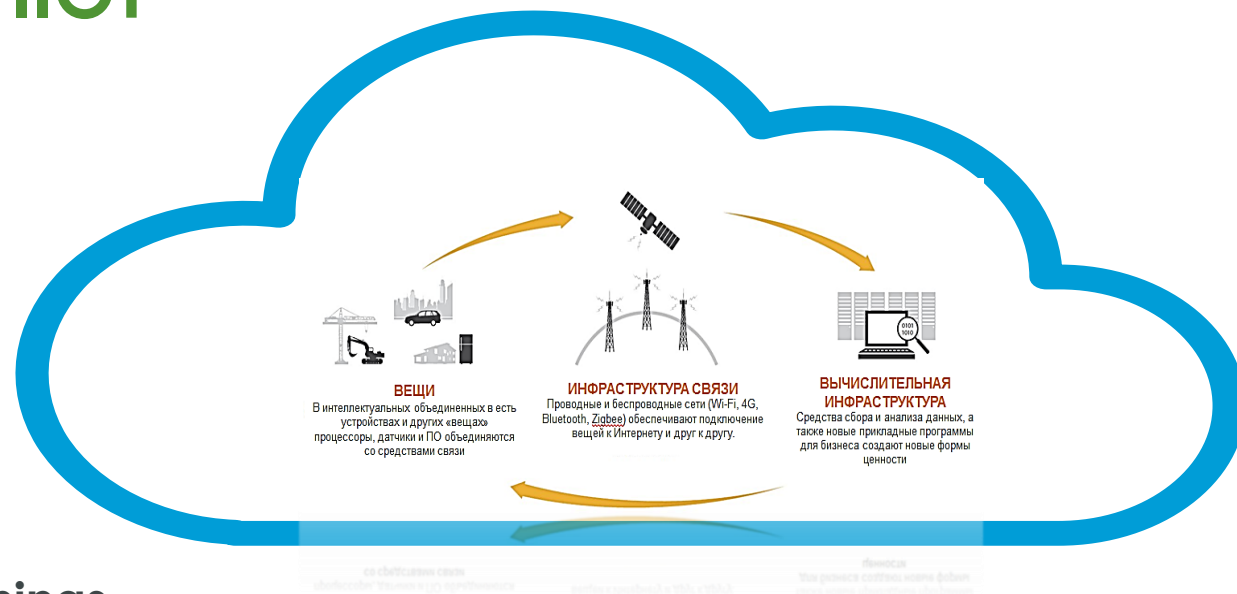
ПЛАТФОРМА РАЗРАБОТКИ IOT/IIOT



- Создание
- Управление
- Аналитика
- Взаимодействие
- Дополненная реальность**

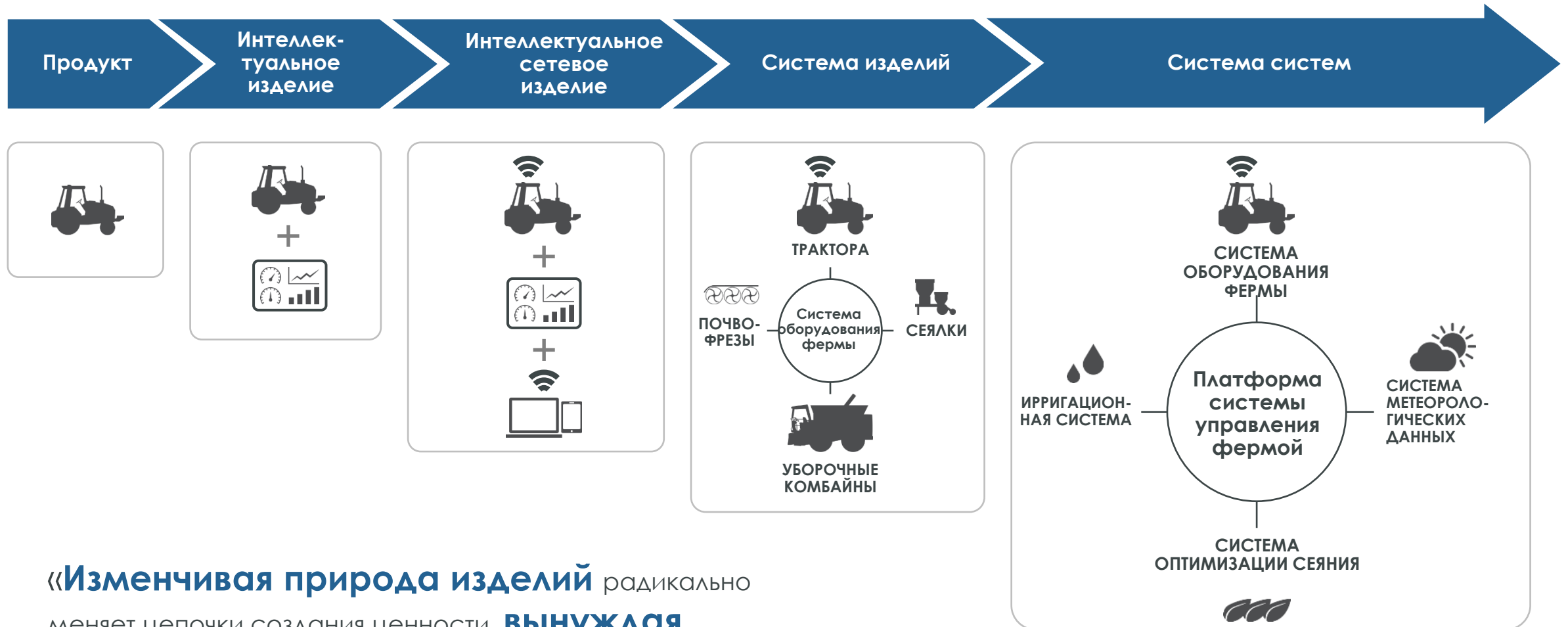


Smart [Connected] Things



Интернет вещей, где понятие «умный» (**Smart, точнее – Smart Connected**) расшифровывается как **«интеллектуальный, подсоединённый»**. В концепции Интернета вещей это подразумевает **объединение** на основе каких-либо сетевых структур (как правило – беспроводных, гибких к реорганизации информационного трафика, мобильных) **адресуемых, программируемых, автоматически обрабатывающих информационные потоки компонент**. Такими компонентами могут быть многочисленные автоматические цифровые сенсоры, автоматические устройства, анализаторы цифровых данных, коммутаторы информационных потоков, **объединяемые на основе постоянно совершенствуемых стратегий взаимодействия в единое, автоматически решающее заранее поставленные задачи, «сообщество», Интернет вещей - IoT.** !!

- **Контроль своей работы и передача данных производителю.** Производитель четко понимает как изделие функционирует
- **Отслеживание работы изделия пользователем и удаленное управление им.** Пользователь может регулировать функции изделия, качество работы, интерфейс изделия и применять его в опасной для человека среде или в труднодоступных местах
- **Отслеживание данных и удаленная оптимизация.** Позволяет оптимизировать работу изделий, их эксплуатацию, срок службы и т.д.
- **Обеспечение автономности.** Изделия могут самообучаться, адаптироваться к внешней среде и предпочтениям пользователя, обслуживать себя и выбирать оптимальные режимы работы



«**Изменчивая природа изделий** радикально меняет цепочки создания ценности, **вынуждая компании переосмыслить и переоснастить почти всю свою деятельность**».



Платформа IIoT

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИЗДЕЛИЯ → ОТ ИЗДЕЛИЙ К СИСТЕМАМ



“**Меняющийся характер изделий** разрушает цепочки создания стоимости и **заставляет компании переосмысливать и перестраивать почти все внутренние процессы** и оснащать их новыми инструментами“



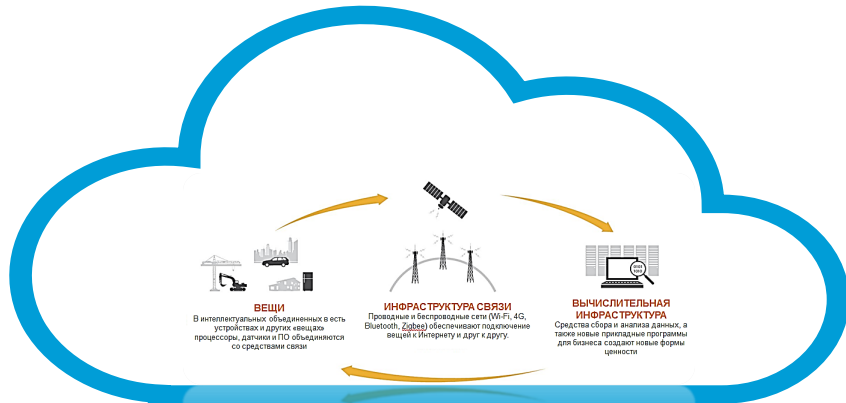
– Professor Michael Porter/Jim Heppelmann
Harvard Business Review, November 2014

Платформа IIoT

2

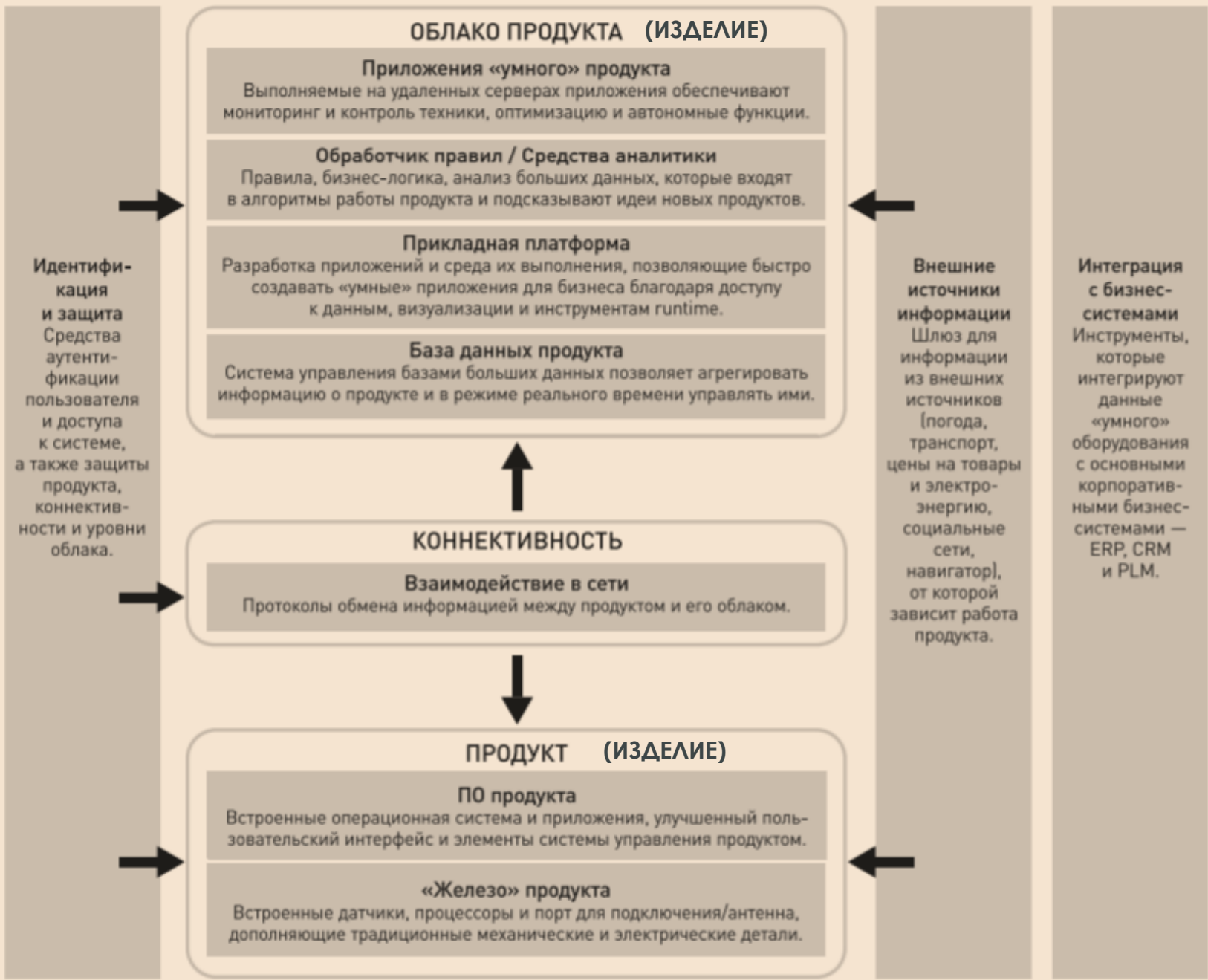
ИОТ/ИИОТ. НОВЫЙ СТЕК ТЕХНОЛОГИЙ

IIoT: НОВЫЙ СТЕК ТЕХНОЛОГИЙ



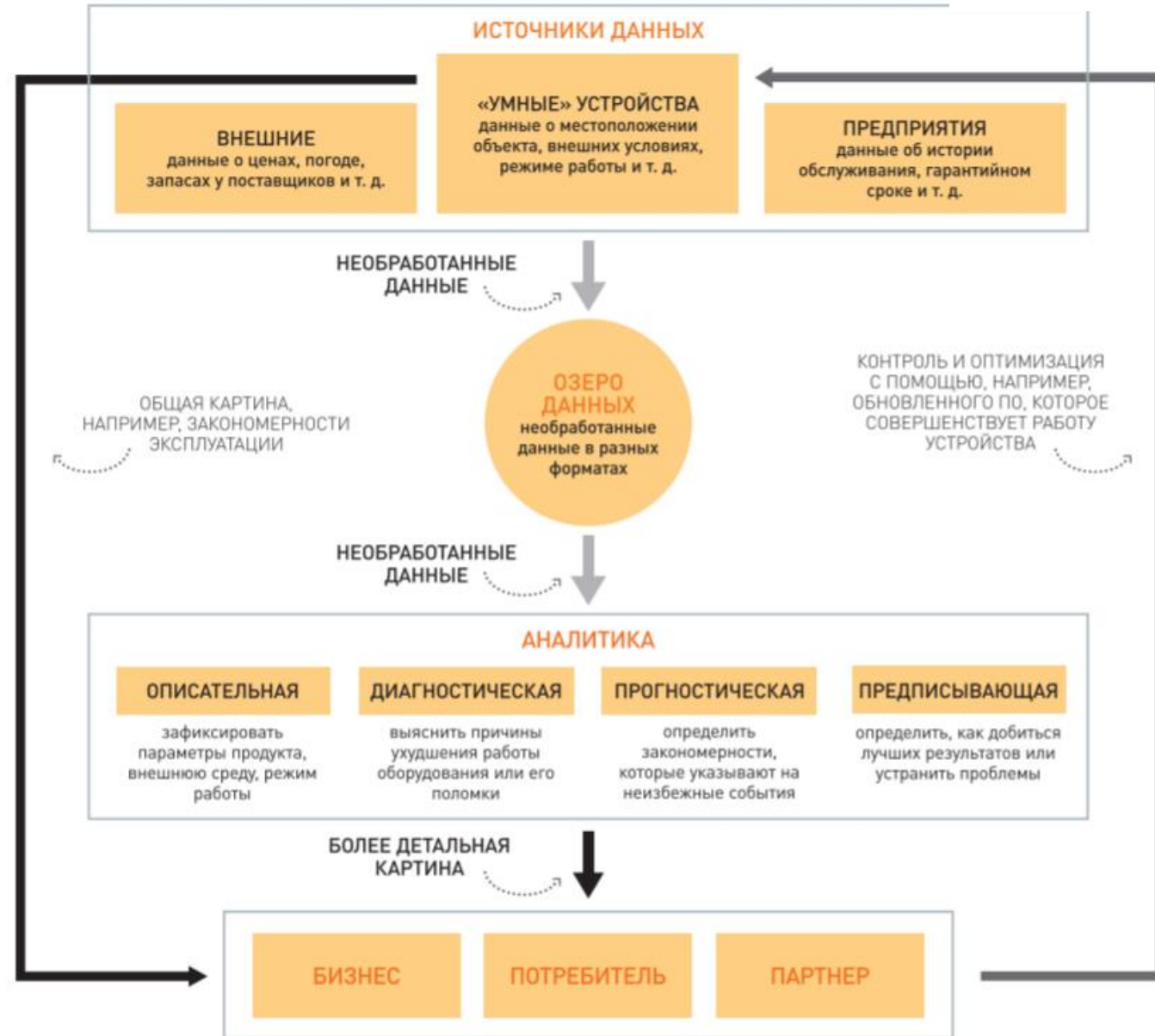
Пример декомпозиции набора функциональных элементов, с помощью которых могут быть решены задачи IIoT

Этот набор должен покрываться инструментальными средствами платформы IIoT для разработки облака решений



IIOT / IIOT: ДАННЫЕ В НОВОЙ ПАРАДИГМЕ

- ❑ Данные поступают от умного оборудования;
- ❑ Умные устройства если и делают, то только простейший анализ собираемых ими данных;
- ❑ Более детальный анализ - на базе обобщённых коллекций данных от (всех) разных умных устройств [Data Lake – «Озеро данных»];
- ❑ Результаты аналитики - для совершенствования бизнес-процессов.



IIOT ПЛАТФОРМА. СОСТАВ

Динамические приложения



Платформа

Средство разработки интерфейсов (API)

Интеллектуальный поиск (Search)

Сторонние инструменты и расширения

Средства создания **МОДЕЛИ ВЕЩИ** (Templates, Shapes, Properties etc.)

Средства моделирования бизнес-логики (Streams, Services, Events etc.)

Подсистема хранения данных (СУБД)

Средства разработки (SDK)

Функции безопасности и шифрования (TLS, WSS)

Средства управления доступом

Поддержка интерфейсов и протоколов связи (AlwaysOn, REST API, MQTT, Sockets etc.)

Сеть (Интернет, WiFi, сотовая связь, Ethernet, спутниковая связь)

Датчики и устройства



IIOT ПЛАТФОРМА. СОСТАВ (ВЗГЛЯД НА СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО:

Датчики и
устройства

Сеть (Интернет, WiFi, сотовая связь, Ethernet, спутниковая связь)



Современное дискретное производство:

- **есть понятие** «умный присоединённый» компонент,
- **есть стандарты** на интеграцию информационных потоков,
- **есть** даже **стандартизуемые протоколы** единой производственной сетевой (даже беспроводной) коммуникации,
- **есть широчайшая номенклатура** цифровых (даже программируемых) сенсоров (технологических процессов, окружающей среды, состояния производства и т.д.).

Что же касается «умных» присоединенных автоматических исполнительных устройств, то тут промышленность богато оснащена **всевозможными автоматическими линиями, разнообразными устройствами с ЧПУ, роботами и роботизированными линиями** и т.д. А наличие постоянно совершенствующихся информационных потоков специализированных производственных данных, необходимых для успешного выполнения всем этим множеством «умных» компонент задач промышленного производства, дополняет картину этого получающегося интернета умных производственных вещей.

И в целом вся эта совокупность определяет **«Индустриальный интернет вещей» - IIoT** - как концептуальную основу для «Умного производства» - **Smart Manufacturing**.

IIOT ПЛАТФОРМА. СОСТАВ (ВЗГЛЯД НА СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО:

Датчики и
устройства

Сеть (Интернет, WiFi, сотовая связь, Ethernet, спутниковая связь)



Переход к **цифровому производству** требует от предприятия обеспечения постоянного потока данных от подключенных «умных вещей» - **установленного производственного оборудования, рабочих постов и автоматизированных линий**. Полнота охвата и актуальность такого потока необходимы для перехода к **автоматизации принятия решений и обеспечения бесшовной интеграции операций**.

К сожалению, многие предприятия в настоящее время страдают от недоступности информации, невозможности её получения от всех единиц установленного оборудования. Эти недостатки не дают возможности получить постоянный доступ к необходимой информации, что в свою очередь сдерживает процесс быстрого принятия решений.



IIOT ПЛАТФОРМА. СОСТАВ

Динамические приложения



Цифровая трансформация производства, предназначенная снимать все эти проблемы, требует разработки всё большего числа приложений **промышленного интернета вещей (IIoT)**, а для **эффективной, быстрой и продуктивной разработки прикладных решений IIoT нет иного пути, кроме применения платформы разработки IIoT решений**. Однако, как показывает опыт промышленной разработки приложений для умного производства IIoT, те проблемы, которые перечислены выше, в условиях **сложной и разветвлённой, динамически перестраиваемой производственной структуры** не могут быть быстро и эффективно решены на основании использования **линейного программирования, типовых библиотек алгоритмов в рамках традиционного программирования....**

Сеть (Интернет, WiFi, сотовая связь, Ethernet, спутниковая связь)

Датчики и устройства



IIOT ПЛАТФОРМА. СОСТАВ

Динамические приложения



.....задача адаптивной маршрутизации информационных потоков, разработка методики предиктивной аналитики, обслуживание и обработка Big Data в режиме on-line, выбор и формализация интеллектуальной составляющей формируемой базы знаний – все это либо типовые задачи искусственного интеллекта (Artificial Intelligence – AI), либо сводимые к ним задачи

Сеть (Интернет, WiFi, сотовая связь, Ethernet, спутниковая связь)

Датчики и устройства



IIOT ПЛАТФОРМА. СОСТАВ

Динамические приложения



Платформа

Средство разработки интерфейсов (API)

Интеллектуальный поиск (Search)

Сторонние инструменты и расширения

Средства создания **МОДЕЛИ ВЕЩИ** (Templates, Shapes, Properties etc.)

Средства моделирования бизнес-логики (Streams, Services, Events etc.)

Подсистема хранения данных (СУБД)

Средства разработки (SDK)

Функции безопасности и шифрования (TLS, WSS)

Средства управления доступом

Поддержка интерфейсов и протоколов связи (AlwaysOn, REST API, MQTT, Sockets etc.)

Сеть (Интернет, WiFi, сотовая связь, Ethernet, спутниковая связь)

Датчики и устройства

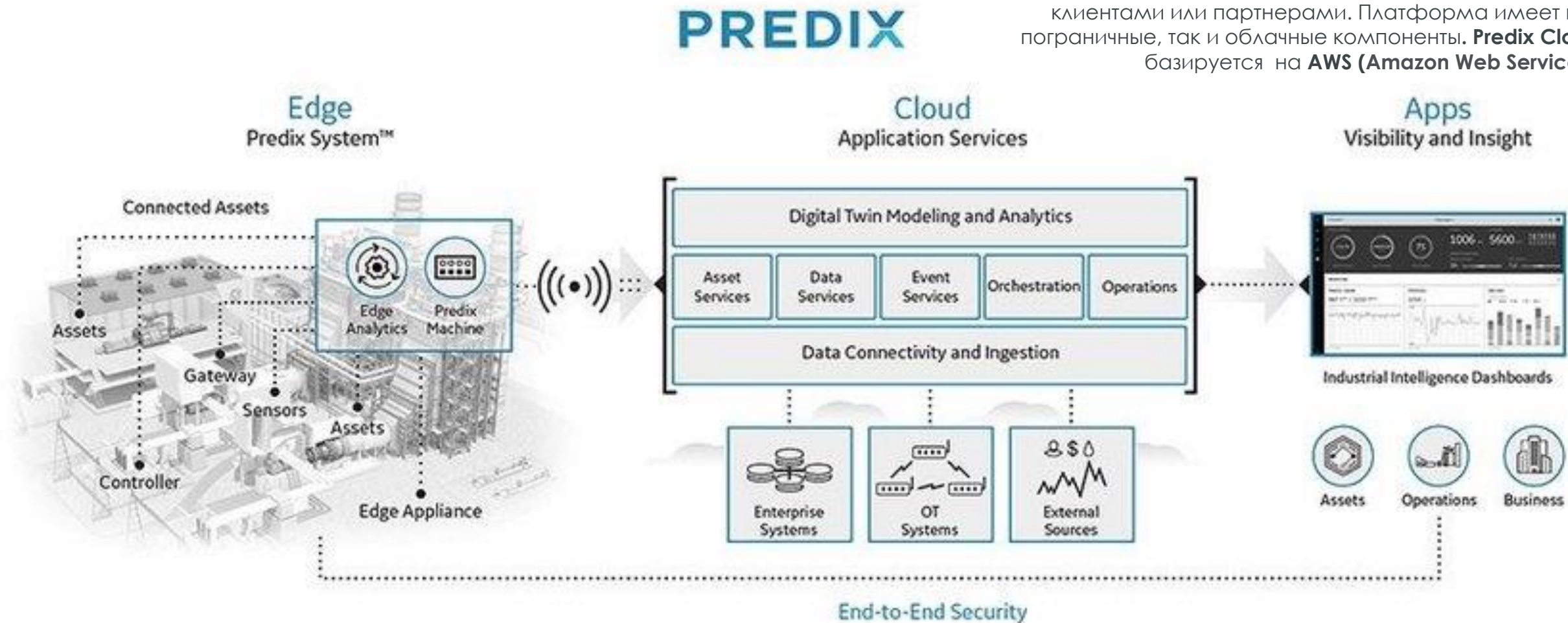


3

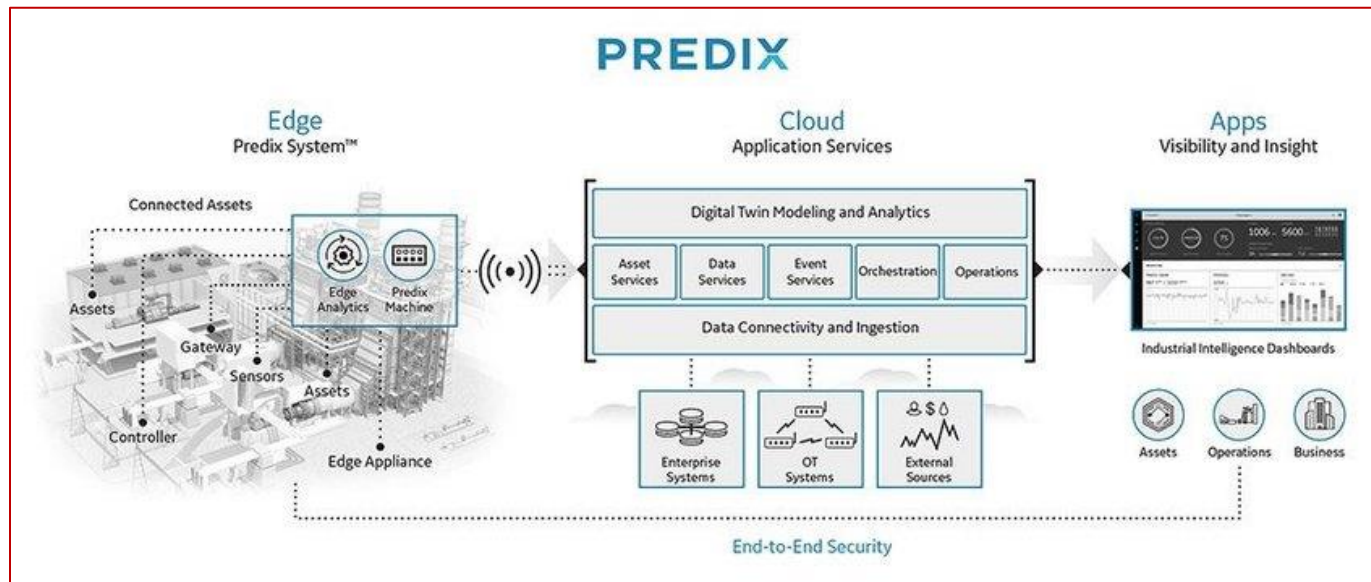
ПРИМЕР - ПЛАТФОРМА ИИОТ THINGWORX (PTC)

IIOT ПЛАТФОРМА PREDIX КОМПАНИИ GE

Predix, известная как платформа **Predix**, представляет собой промышленную программную платформу Интернета вещей от **GE Digital**. Обеспечивает безопасное соединение, обработку, аналитику и сервисы данных **OT / IT** от периферии к облаку, а также сервисы для поддержки промышленных приложений от **GE Digital**, а также приложений, разработанных клиентами или партнерами. Платформа имеет как пограничные, так и облачные компоненты. **Predix Cloud** базируется на **AWS (Amazon Web Services)**.



IIOT ПЛАТФОРМА PREDIX КОМПАНИИ GE



Predix, известная как платформа **Predix**, представляет собой промышленную программную платформу Интернета вещей от **GE Digital**. Обеспечивает безопасное соединение, обработку, аналитику и сервисы данных **OT / IT** от периферии к облаку, а также сервисы для поддержки промышленных приложений от **GE Digital**, а также приложений, разработанных клиентами или партнерами. Платформа имеет как пограничные, так и облачные компоненты. **Predix Cloud** базируется на **AWS (Amazon Web Services)**.

Среди наиболее продвинутых **IIoT-платформ** для разработок AI-приложений традиционно называют две платформы IIoT- это **PREDIX** (компания GE) и **ThingWorx** (компания PTC). Поскольку платформа **PREDIX – это** **проприетарное IIoT-решение для производственных подразделений, заводов и аффилированных предприятий к General Electric**, то более универсальным для всех участников индустриального сектора при рассмотрении возможности AI в IIoT могла бы быть платформа ThingWorx.

ПЛАТФОРМА THINGWORX ОТ КОМПАНИИ PTC



ThingWorx — это первая, наиболее полная из существующих на рынке платформа, предназначенная для сборки и запуска приложений современного сетевого мира – облачных решений IIoT. Платформа ThingWorx сокращает временные, финансовые затраты и снижает риски, связанные со сборкой инновационных приложений для интеллектуальных сетевых изделий.

ThingWorx — это полноценная интеллектуальная среда для разработки приложений, которую можно использовать в качестве среды выполнения.

ThingWorx — это платформа, ориентированная на «вещь».

<http://a0601.narod.ru/ARticle AI for SmartMnfgtrng.pdf>

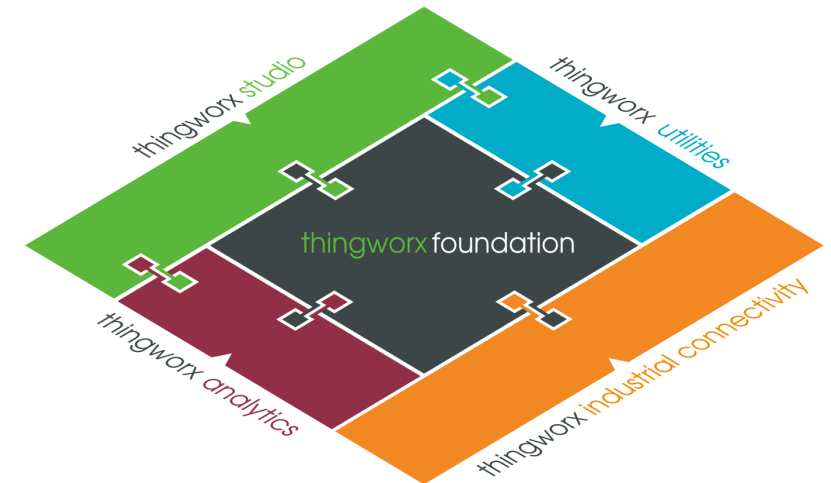
ПЛАТФОРМА THINGWORX ОТ КОМПАНИИ PTC



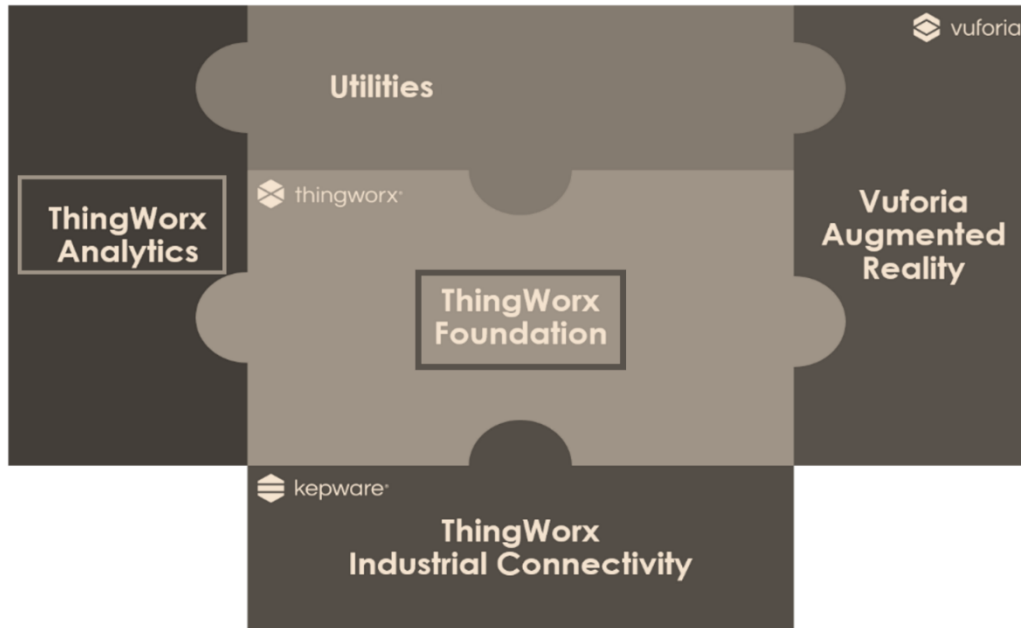
Применение платформы ThingWorx, как провозглашает разработчик, позволит организациям, достигать следующих результатов:

- **Применять унифицированные** возможности адаптивного подключения – один унифицированный источник данных предоставляет оперативную информацию в реальном времени от различных датчиков, систем и внешних источников;
- **Осуществлять идентификацию** в реальном времени – состояние и производительность ресурсов, производственных процессов и качества продукции контролируются в режиме реального времени.

- **Отклонения и предупреждения** передаются через текстовые, электронные, веб- и мобильные панели мониторинга;
- **Выполнять интеллектуальный анализ** на основе ролей – доступ к оперативной информации в режиме реального времени и действия, основанный на ролях, позволяют принимать эффективное и быстрое решение;
- **Реализовать прогностическую аналитику** – вопросы обслуживания, качества и производительности прогнозируются в режиме реального времени путем применения машинного обучения (Machine Learning - ML) к данным из различных источников, сенсоров и бизнес-систем;
- **Интегрировать информационные потоки** от предприятий-поставщиков – решение предоставляет возможность включить в информационный контур управления статус производства и качество работы поставщиков с использованием кросс-соединения IoT;
- **Выполнять динамическую оценку производительности** – на основе применения стандартизированных KPI (Ключевые показатели эффективности - *key performance indicators* - результативность и эффективность).



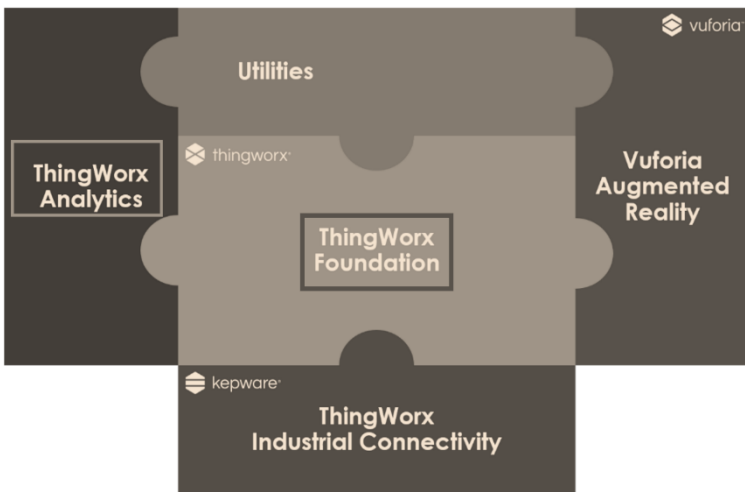
ПЛАТФОРМА THINGWORX ОТ КОМПАНИИ PTC



- ❑ **ThingWorx** - модульная масштабируемая технологическая платформа с широкими возможностями в области интеллектуального анализа производственных мощностей (**EMI**).
- ❑ **Платформа** может применяться для быстрой разработки приложений и информационных панелей на основе ролей,
- ❑ обладает развитыми средствами интеллектуальной и предиктивной аналитики,
- ❑ технологиями машинного обучения и возможностями интерактивной визуализации с использованием дополненной реальности (**AR**).
- ❑ Решение **PTC Keeware**, используемое для создания **ThingWorx Industrial Connectivity**, дополнительно расширяет эти возможности, добавляя **адаптивную коммуникацию в среду промышленной автоматизации**.

<http://a0601.narod.ru/ARticle AI for SmartMnfgtrng.pdf>

ПЛАТФОРМА THINGWORX ОТ КОМПАНИИ PTC



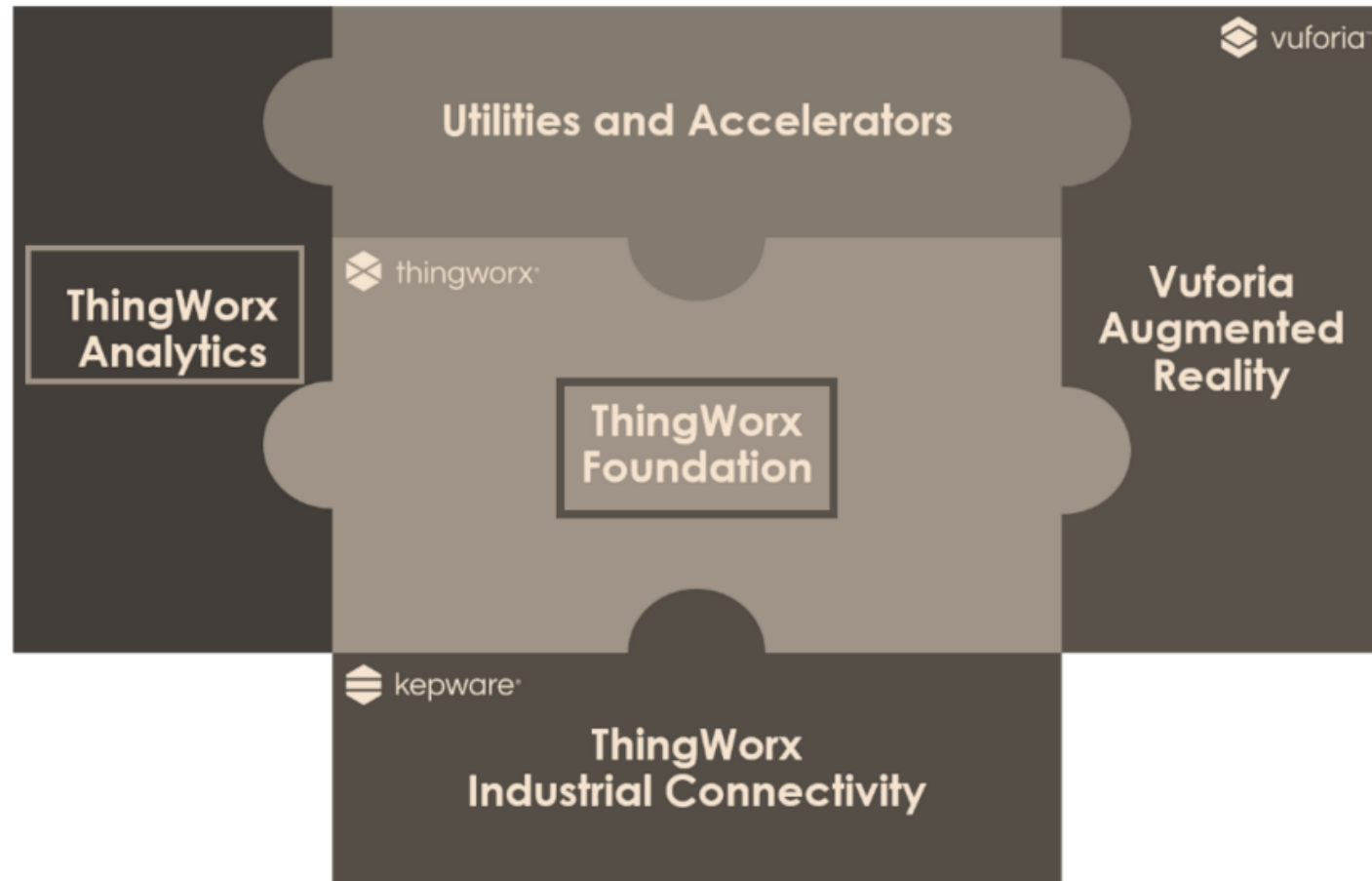
Платформа **ThingWorx** имеет модульную структуру, в центре которой находится базовое функциональное ядро, к которому по мере появления потребности предприятия в том или ином функциональном подмножестве цифровой трансформации могут быть добавлены соответствующие модули.

Платформа **ThingWorx** состоит из:

- ❑ ядра - **ThingWorx Foundation**,
- ❑ модуля реализации функций искусственного интеллекта **ThingWorx Analytics**,
- ❑ модуля адаптивной коммуникации с **АВТОМАТИЧЕСКИМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ** оборудованием **ThingWorx Industrial Connectivity**,
- ❑ модулей анализа производительности установленного оборудования **ThingWorx Manufacturing Apps** и **Accelerators** (внешние готовые наборы для программирования на конкретном предприятии).
- ❑ Для разработки приложений дополненной реальности – **AR-Experiences**, служащих для формирования базы знаний предприятия, в структуре **ThingWorx** предусмотрен модуль **ThingWorx Vuforia Studio – Vuforia Augmented Reality**.

<http://a0601.narod.ru/ARticle AI for SmartMnfgtrng.pdf>

ПЛАТФОРМА THINGWORX ОТ КОМПАНИИ PTC



В данной структуре для разработки AI решений как составной части IIoT наиболее интересны возможности, которые предоставляют ядро **(ThingWorx Foundation)**

[и модуль ThingWorx Analytics].



Приложения



ThingWorx Analytics

Аналитика

- Автоматические рекомендации
- Автоматическая предиктивная аналитика
- Аналитический сервер
- Аналитика реального времени

ThingWorx Utilities

- Управление активами
- Управление сигнализацией
- Управление устройствами
- Управление ПО устройств
- Схемы процессов

ThingWorx Foundation

Разработка приложений

API

- Визуальное моделирование
- Системная интеграция
- Построение пользовательского интерфейса
- Отчетность и базовая аналитика
- Бизнес логика и управление событиями
- Управление доступом и учетными записями
- Управление IoT данными
- Возможность программных расширений

ThingWorx Foundation

Облако устройств

ptc: in cloud or on-premise
3rd party cloud providers

- Управление доступом и учетными записями
- Адаптеры для устройств и облаков
- Обработчик правил и Big Data
- Передача файлов, служба сообщений

ThingWorx Foundation

Edge (Пограничное подключение)

- SDK и IoT Gateway
- Отслеживание состояния связи
- Драйвера данных
- Двунаправленная коммуникация

ThingWorx Industrial Connectivity

Коммуникационная платформа

Промышленная связь

Обмен данными

ThingWorx Studio

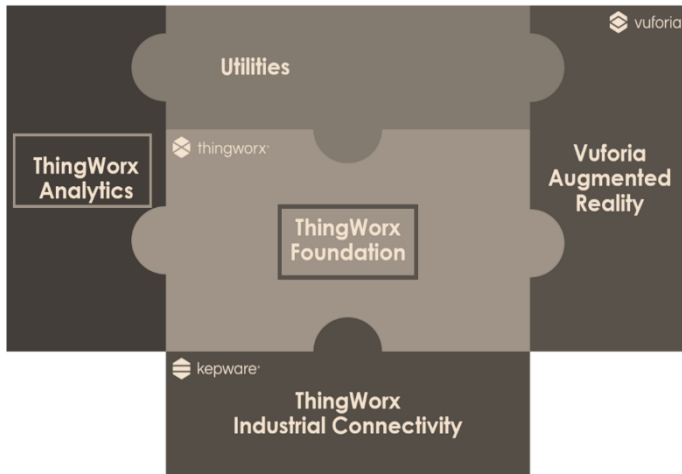
Документация

Самостоятельность

- Подготовка данных и создание представлений
- Развертывание представлений
- Поддержка мобильных и AR/VR устройств
- Уникальная физическая идентификация и метки



ПЛАТФОРМА THINGWORX → THINGWORX FOUNDATION



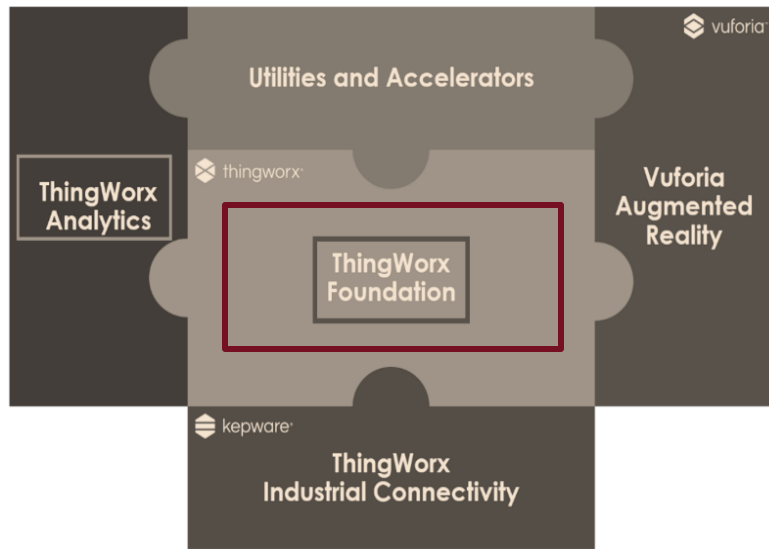
ThingWorx Foundation – ядро платформы -использует:

- ❑ структурированную модель данных **«Smart Thing»**,
- ❑ информационную модель сервисов, в том числе сервисов работы с информационной моделью **«Smart Thing» - ThingModel**,
- ❑ **унифицированное описание** пространства событий, возможности оповещения и предупреждения при наступлении событий или выявления условий их наступления.

В ThingWorx используется настраиваемая коммуникационная среда, предназначенная для подключения датчиков, изделий и оборудования, определяемых в терминах **«Smart Thing»**.

<http://a0601.narod.ru/ARticle AI for SmartMnfgtrng.pdf>

ПЛАТФОРМА THINGWORX → THINGWORX FOUNDATION

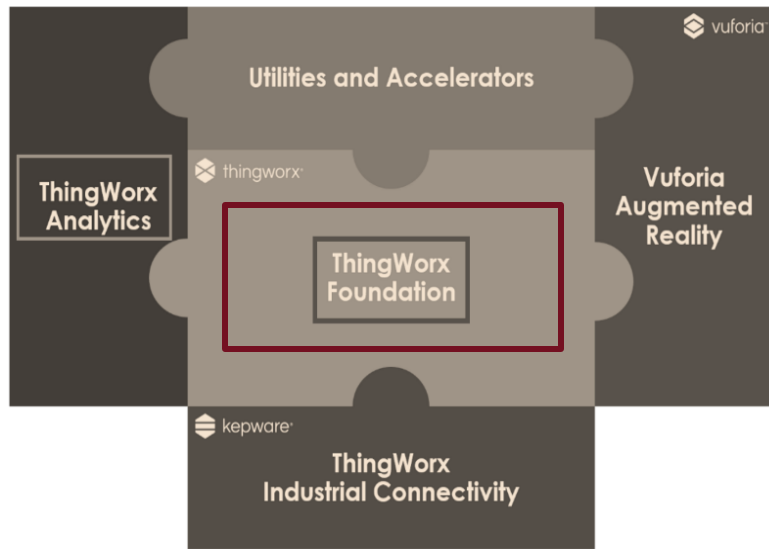


В ThingWorx используется настраиваемая коммуникационная среда, предназначенная для подключения датчиков, изделий и оборудования, определяемых в терминах **«Smart Thing»**.
Реализует следующие технологии связи:

- Технология, совместимая с брандмауэром;
- REST API;
- SDK (Java, .NET, C, iOS, Android, ...);
- Использование защищенных агентов и шлюзов для обеспечения достоверности актуальных данных;
- Применение технологии AlwaysOn (Edge MicroServer) для прямого доступа к связанным вещам (экземплярам Smart Thing);
- Предоставление сертифицированного партнерского оборудования ThingWorx Ready, которое предварительно протестировано для подключения к IoT Suite PTC.

<http://a0601.narod.ru/ARticle AI for SmartMnfgtrng.pdf>

ПЛАТФОРМА THINGWORX → THINGWORX FOUNDATION



ThingWorx Foundation – это решение для облачного развертывания, обеспечивающее безопасный сбор и обработку данных об изделиях (**Smart Things**) и датчиках (подключенных интеллектуальных сенсорах).

Характеристики облака ThingWorx:

- Возможны гибкие варианты развертывания - опции **Cloud, On-Premise** и **Embedded**, позволяющие предприятию выбрать лучший вариант;
- Масштабируемая среда, практически не имеющая ограничений на вычислительные ресурсы и платформу;
- Гибкие варианты организации хранения, включая **DataStax Enterprise**.

<http://a0601.narod.ru/ARticle AI for SmartMnfgtrng.pdf>



Приложения



ThingWorx Utilities

Управление активами	Управление сигнализацией	Управление устройствами	Управление ПО устройств	Схемы процессов
---------------------	--------------------------	-------------------------	-------------------------	-----------------

ThingWorx Foundation

API

Визуальное моделирование	Системная интеграция	Разработка приложений	Построение пользовательского интерфейса	Отчетность и базовая аналитика
Бизнес логика и управление событиями	Управление доступом и учетными записями		Управление IoT данными	Возможность программных расширений

ThingWorx Foundation

Облако устройств

ptc: in cloud or on-premise
3rd party cloud providers

Управление доступом и учетными записями	Адаптеры для устройств и облаков	Обработка правил и Big Data	Передача файлов, служба сообщений
---	----------------------------------	-----------------------------	-----------------------------------

ThingWorx Foundation

Edge (Пограничное подключение)

SDK и IoT Gateway	Отслеживание состояния связи	Драйвера данных	Двунаправленная коммуникация
-------------------	------------------------------	-----------------	------------------------------

ThingWorx Industrial Connectivity

Коммуникационная платформа	Промышленная связь	Обмен данными
----------------------------	--------------------	---------------



ThingWorx Analytics

Аналитика

Автоматические рекомендации	Автоматическая предиктивная аналитика
Аналитический сервер	Аналитика реального времени

ThingWorx Studio

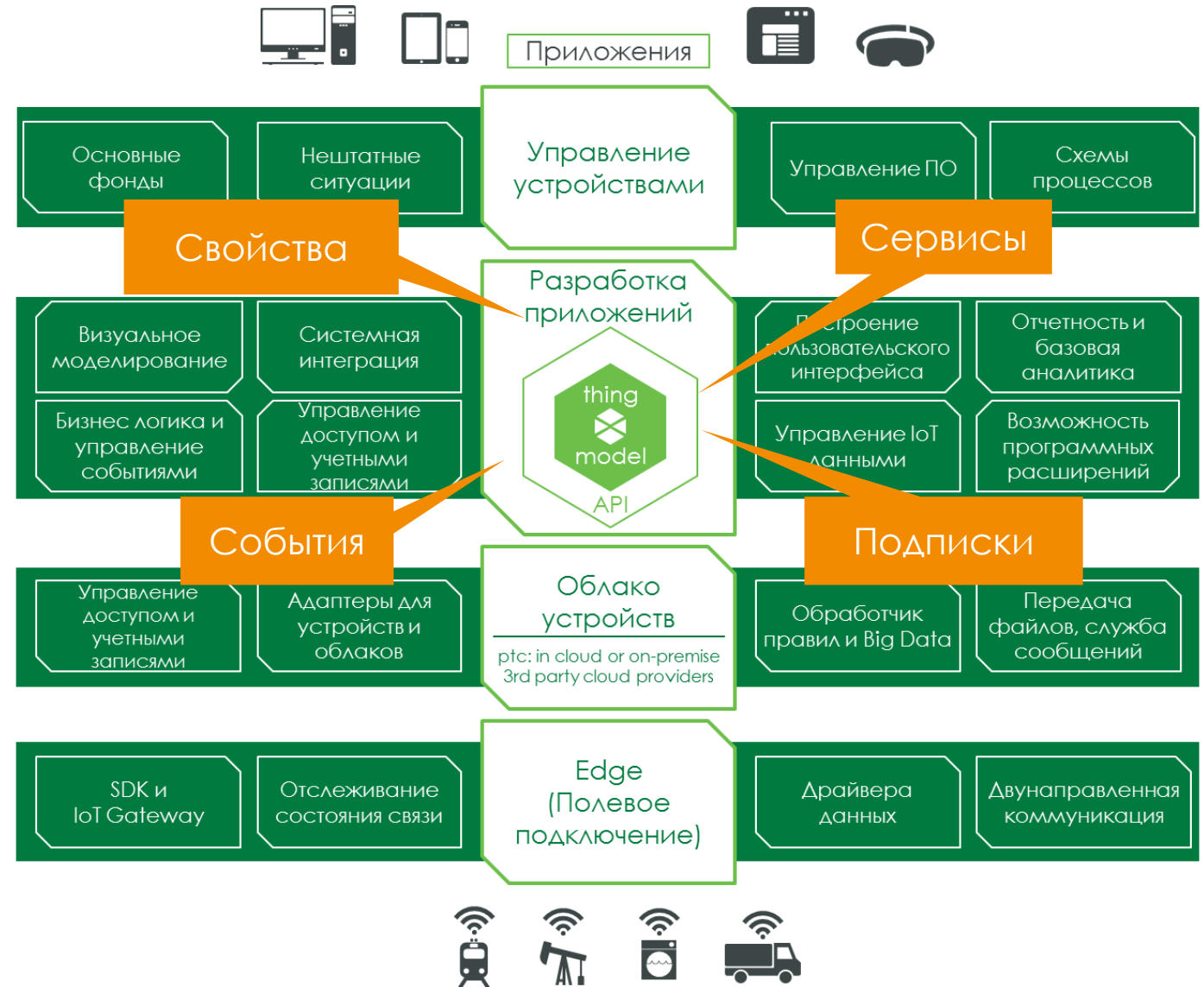
Документация

Ссылки

Подготовка данных и создание представлений	Развертывание представлений
Поддержка мобильных и AR/VR устройств	Уникальная физическая идентификация и метки

THINGWORX FOUNDATION – THINGMODEL (МОДЕЛЬ ВЕЩЕЙ)

- ❑ **ThingModel** является важнейшим объектом для платформы IoT
- ❑ **ThingModel** описывает характеристики, поведение и возможности объекта физического мира
- ❑ **ThingModel** может управлять объектом физического мира
- ❑ **ThingModel** – это цифровой ДВОЙНИК



THINGWORX FOUNDATION – МОДЕЛЬ ВЕЩЕЙ

ThingWorx построен на сквозной архитектуре, управляемой моделями, которую мы называем **ThingModel**

ThingModel - это цифровое представление реальной физической «**вещи**» - настоящего цифрового двойника устройства или процесса, состоящего из данных в реальном времени о **свойствах, услугах, подписках и событиях**, имеющих отношение к этой **вещи**. Его можно построить из неограниченного количества источников данных - структурированных и неструктурированных, временных рядов, а также находящихся в движении и в состоянии покоя. Оно использует **предопределенные шаблоны**, которые можно распространять на похожие объекты. Оно может генерировать выражения в синтаксисе **RESTful API (*)**, что позволяет легко интегрировать его во все модули **ThingWorx - ThingWorx Analytics, ThingWorx Utilities, ThingWorx Studio, ThingWorx Industrial Connectivity** - а также в любые другие сторонние приложения и технологии.

ThingModel позволяет быстро создавать широкий спектр функций и функций **IoT**, вместо того, чтобы использовать ручное кодирование или пытаться соединить разрозненные структуры или элементы технологии. Он достаточно мощный, чтобы удовлетворить потребности самого опытного разработчика, но он также поддерживает функцию перетаскивания простого пользовательского интерфейса, которая устраняет необходимость в кодировании и ускоряет создание высококачественных приложений, информационных панелей, рабочих пространств, и мобильные интерфейсы. Он позволяет разработчикам легко интегрировать мощные возможности, включая аналитику и дополненную реальность, в создаваемые ими решения.

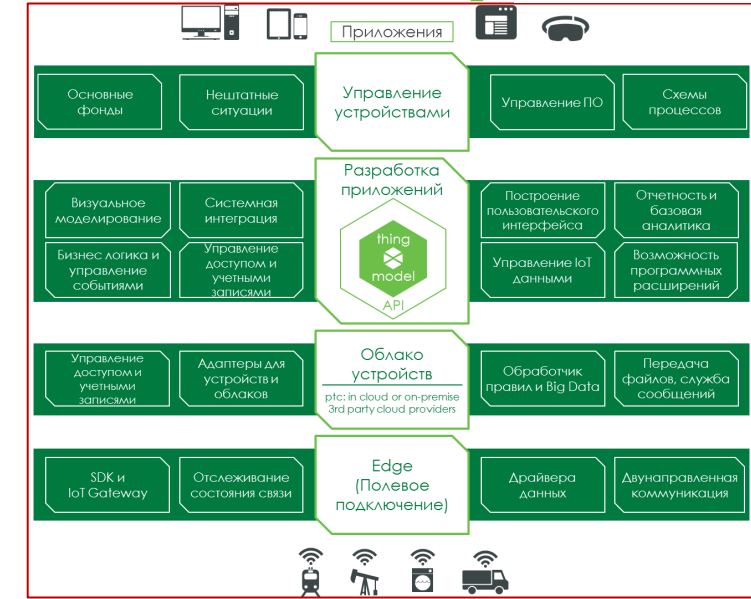
*) **RESTful API** - это специфический язык для интерфейса прикладных программ (**API**), который использует **HTTP-запросы** (представление) для доступа и использования данных. Эти данные могут использоваться для типов данных **GET, PUT, POST и DELETE**, что относится к чтению, обновлению, созданию и удалению операций, касающихся ресурсов.

<http://a0601.narod.ru/ARticle AI for SmartMnfgtrng.pdf>

THINGWORX FOUNDATION – THINGMODEL (МОДЕЛЬ ВЕЩЕЙ)

1. Внутренний модуль ThingWorx Foundation - ThingWorx Application Enablement -

специализированная среда разработки приложений **IoT**, позволяющая сократить время, стоимость и риски, связанные с созданием новых инновационных приложений **IoT**. Решение отличается двумя характеристиками: время сборки и время выполнения. Время сборки включает в себя технологию для создания информационных моделей «умного оборудования» в промышленном решении **IoT**, при этом время выполнения – это средство формирования условий для выполнения и управления этими моделями.



2. Внутренний модуль ThingWorx Foundation - ThingWorx Composer - среда визуальной разработки, позволяет моделировать сервисы, хранилища, события, совместную работу и поведение вещей, что обеспечивает высокий уровень эффективности и возможность повторного использования. **ThingWorx Composer** предоставляет разработчику интерфейс конфигурации, разработки и операций с **ThingModel**.

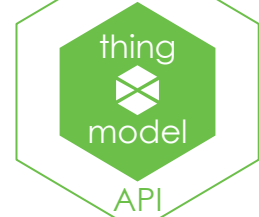
3. Внутренний модуль ThingWorx Foundation - ThingWorx Mashup Builder – среда, которая позволяет разработчикам создавать адаптированные приложения, веб-интерфейс и мобильный пользовательский интерфейс, включает в себя инструменты аналитики и информационные панели, помогая быстрее решать проблемы и принимать решения на основе данных.

THINGWORX FOUNDATION - РАЗРАБОТКА

Визуальное моделирование

Системная интеграция

Разработка приложений



Построение пользовательского интерфейса

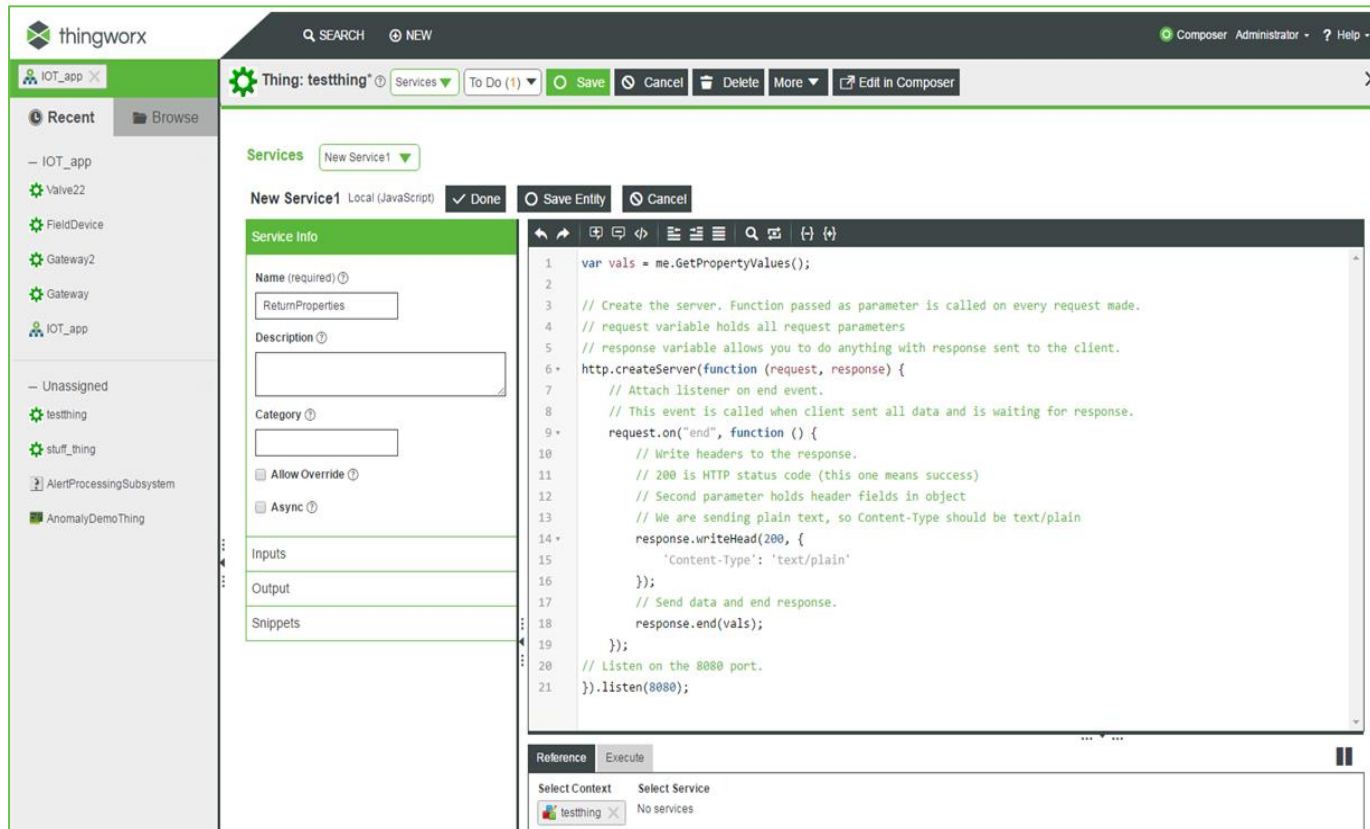
Отчетность и базовая аналитика

Бизнес логика и управление событиями

Управление доступом и учетными записями

Управление IoT данными

Возможность программных расширений



2. ThingWorx Composer позволяет визуально моделировать **Вещи** с помощью шаблонов, что существенно сокращает время и сложность разработки

- ❑ **Поиск, связывание и анализ данных** и создание сложных интерактивных приложений без программирования
- ❑ **Снижение** незапланированных простоев и поломок техники и производственных линий за счет встроенного модуля машинного обучения и обнаружения аномалий
- ❑ **Развертывание ролевой** и пользовательской системы безопасности, включающей единый вход с применением **Active Directory** и **LDAP** для защиты данных, процессов и людей

THINGWORX FOUNDATION - РАЗРАБОТКА

Внутренний модуль **ThingWorx Foundation - ThingWorx Composer** - среда визуальной разработки, позволяет моделировать **сервисы, хранилища, события, совместную работу (сотрудничество и отношения) и поведение вещей**, что обеспечивает высокий уровень эффективности и возможность повторного использования. **ThingWorx Composer** предоставляет разработчику интерфейс конфигурации, разработки и операций с **ThingModel**.

Composer упрощает моделирование **бизнес-логики, визуализации, хранения данных, совместной работы и безопасности**, необходимых для подключенного приложения. Вещи представляют оборудование, ресурсы и процессы и содержат все **Свойства, Услуги, События и Подписки**, связанные с этой **Вещью** или **Классом** вещей.

Служба системной интеграции - ThingWorx предоставляет полностью расширяемую модель для серверных компонентов и функций. С его помощью можно легко добавить компоненты взаимодействия с клиентами и сторонними организациями. Пользовательские сервисы могут быть разработаны с минимальным программированием на **JavaScript**.

Кроме того, сторонние и созданные сообществом функции, виджеты и соединители **могут быть легко и без проблем установлены из ThingWorx Marketplace (репозиторий сторонних приложений и повторно используемых элементов, доступных сообществу ThingWorx)**.

THINGWORX FOUNDATION - РАЗРАБОТКА

3. Внутренний модуль ThingWorx Foundation - ThingWorx Mashup(*) Builder – среда, которая позволяет разработчикам создавать **адаптированные приложения, веб-интерфейс и мобильный пользовательский интерфейс**, включает в себя инструменты аналитики и информационные панели, помогая быстрее решать проблемы и принимать решения на основе данных.

***) Mashup - Мэшап** (жаргонизм, ставший термином) в веб-разработке - **это веб-страница или веб-приложение, использующее контент из более чем одного источника для создания единой новой службы**, отображаемой в едином графическом интерфейсе. Этот термин подразумевает простую и быструю интеграцию, часто используя открытые интерфейсы прикладного программирования (открытый API) и источники данных для получения расширенных результатов, которые не обязательно были исходной причиной создания необработанных исходных данных.

Термин **«мэшап»** изначально означает создание чего-либо путем объединения элементов из двух или более источников. В недавнем английском языке это относилось к музыке, где люди плавно сочетают звук одной песни с вокальной дорожкой другой, тем самым объединяя их вместе, чтобы создать что-то новое.

Основными характеристиками **мэшапа** являются **комбинирование, визуализация и агрегирование**. Важно сделать существующие данные более полезными для личного и профессионального использования. Чтобы иметь возможность постоянного доступа к данным других сервисов, гибридные веб-приложения обычно представляют собой клиентские приложения или размещаются в Интернете.

В последние годы все больше и больше веб-приложений публикуют **API-интерфейсы**, которые позволяют разработчикам программного обеспечения легко интегрировать данные и функции в стиле **SOA (Service-oriented architecture)**, вместо того, чтобы создавать их самостоятельно. Инструменты составления **мэшапов** обычно достаточно просты для использования конечными пользователями. Обычно они не требуют навыков программирования и скорее поддерживают визуальное связывание **виджетов, сервисов и компонентов графического интерфейса**.

THINGWORX FOUNDATION - РАЗРАБОТКА

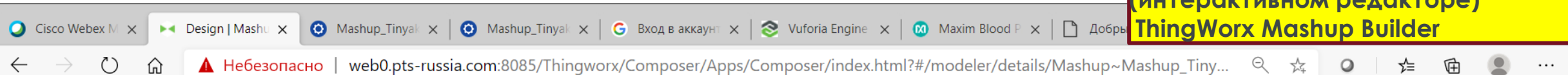
ThingWorx Mashup Builder позволяет разработчикам (**профессионалам в области внедрения, а не профессиональным программистам**) быстро создавать совместные приложения, мобильный пользовательский интерфейс, аналитику и бизнес-аналитику на основе поиска, используя **UX для Интернета**, мобильных устройств и **дополненной реальности**, без необходимости быть экспертами в этих технологиях, что помогает быстрее решать проблемы и использовать возможности. Конструктор **Mashup (*)** также позволяет бизнес-пользователям применять инструменты **ThingWorx** → «перетаскивания» для создания собственных рабочих пространств, панелей мониторинга и аналитических сценариев без необходимости кодирования, что сокращает отставание в разработке и повышает оперативность организации.

Mashups – разработаны в конструкторе с помощью виджетов, задающих определенное стилевое оформление WEB-интерфейса

The screenshot displays a web browser window with several tabs. The active tab shows a dashboard with two main sections. The left section, titled "Данные с 'Черного тела':", contains several data points: "Температура процессора" (46), "Имя хоста" (empty), "Движение" (No intruders, 0), "Влажность" (33), and "Температура" (25). It also features two gauges for "Общая память" and "Используемая память". The right section, titled "Данные с RaspberryPi B3", shows "Температура процессора" (45), "Имя хоста" (empty), "Расстояние" (0), "Влажность" (0), and "Температура" (0). It also has two gauges for "Общая память" and "Используемая память". Both sections have a "Статус" field and a "Реакция на критическую ситуацию" field. At the bottom of each section is a blue button: "Получить данные с 'Черного тела'" and "Получить данные с RaspberryPi B3".

THINGWORX FOUNDATION - РАЗРАБОТКА

Процесс создания Mashup в среде (интерактивном редакторе) ThingWorx Mashup Builder



There are only 4 days left until your license expires. Contact your PTC account team



Set Project Context

Recent

- ExcavatorDigitalTwin
 - thing000002
 - User01
 - ComposerUsers
 - Patient00-00-00-01
 - Excavator-DT
 - Sir001
 - UserGroup001
- MVM
 - DSSQL
 - MVMShopfloor
 - MVMSSQL
- SigmaTile
 - July2020
 - SigmaTileProba
 - SigmaTile
 - SigmaTile_Mash
 - SigamT
 - Sigma1
- Unassigned
 - patient_id_000001
 - StandartPatientPara...
 - Users
 - Metro

Mashup: Mashup_Tinyakova

View Mashup To Do Save Cancel More

General Information Design Custom CSS Permissions Change History View Relationships

Widgets Mashups Workspace

Category All

Filter Widgets

Entity Picker

Event Chart

Events Router

Expression

Fieldset

File Upload

Folding Panel

Gauge

GeoTag

TotalMemory1

Filter Properties

Name	Value
-T- Id	gauge-30
-T- Type	Gauge
-T- DisplayName	TotalMemory1
-T- Description	
-T- CustomClass	
# Data	
# MinValue	0
# MaxValue	1000
ValueFormatter	State Formatting
FormatNeedle	<input checked="" type="checkbox"/>
GaugeStyle	<input checked="" type="checkbox"/>
GaugeBorderStyle	<input checked="" type="checkbox"/>
GaugeFaceStyle	<input checked="" type="checkbox"/>

Preview Available Space Default Language

Данные с "Черного тела":

Температура процессора

Имя хоста

Движение

Влажность

Температура

Статус

Реакция на критическую ситуацию RaspberryPi B3

Получить данные с "Черного тела"

Данные с RaspberryPi B3

Температура процессора

Имя хоста

Расстояние

Влажность

Температура

Статус

Реакция на критическую ситуацию "Черного тела"

Получить данные с RaspberryPi B3

Connections To-Do

Things_Thing_RaspberryPi_Tinyakova

GetProperties

Total_Memory

Data

TotalMemory1

THINGWORX FOUNDATION - РАЗРАБОТКА

ThingWorx поддерживает хранилище для следующих данных:

Потоки действий: потоки предоставляют возможность хранить данные процесса (данные временных рядов) с возможностью структурировать полезные данные, предоставляя контекст. Поточковые данные хранятся в 10 раз быстрее, чем в традиционных реляционных базах данных.

Таблицы данных: для хранения, требующего реляционного хранилища и функций, подобных **SQL** (вставка, удаление и т. Д.).

Совместная работа: стандартное хранилище для блогов, вики, дискуссионных форумов, чатов и т. д.
Внешние хранилища данных: **ThingWorx** может изначально хранить данные практически в любой внешней базе данных, бизнес-системе или хранилище «больших данных», сохраняя данные в наиболее подходящем месте, будь то существующая система, система записи или хранилище аналитических данных и отчетов.

Или

Если вы хотите использовать свою собственную среду разработки и фреймворки пользовательского интерфейса, такие как **Eclipse** и **Angular.js**, вы можете сделать это, используя **API-интерфейсы** и инструменты **ThingWorx**.

THINGWORX FOUNDATION – ОБЛАКО УСТРОЙСТВ



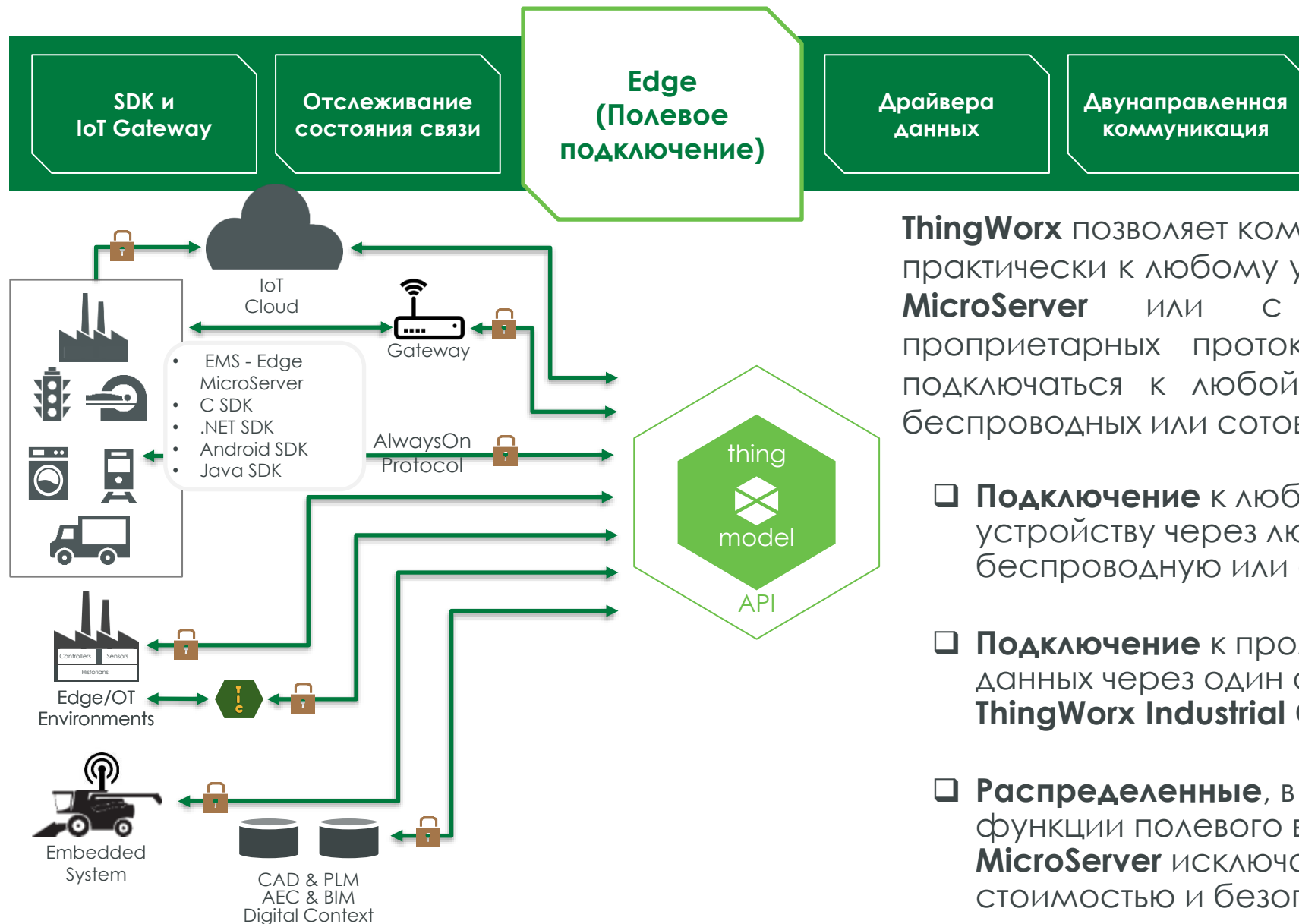
Платформа **thingworx** - самая открытая и расширяемая платформа Интернета вещей на рынке.



- ❑ **Работает** одинаково хорошо как локально так и в сторонних или собственных облаках
- ❑ **Эффективное вложение** инвестиций в облачные технологии или оборудование
- ❑ **Лучшая в своем классе** безопасность для мониторинга и взаимодействия с подключенными устройствами с гарантией целостности данных



THINGWORX FOUNDATION – EDGE ПОДКЛЮЧЕНИЕ



ThingWorx позволяет компаниям безопасно подключаться практически к любому устройству с помощью **SDK, Edge MicroServer** или с помощью стандартных и проприетарных протоколов связи. Устройства могут подключаться к любой сети с помощью проводных, беспроводных или сотовых методов.

- ❑ **Подключение** к любому интеллектуальному устройству через любую сеть : проводную, беспроводную или сотовую
- ❑ **Подключение** к промышленным источникам данных через один стандартный интерфейс **ThingWorx Industrial Connectivity**
- ❑ **Распределенные**, в режиме реального времени функции полевого вычисления с помощью **Edge MicroServer** исключают проблемы с задержкой, стоимостью и безопасностью

ИНТЕГРАЦИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ СТОРОННИХ РАЗРАБОТЧИКОВ

- ❑ **Существенно** уменьшает время и сложность интеграции с корпоративными приложениями, например, **CRM, ERP, PLM, SCM** и т.д.
- ❑ Автоматически создает **ThingModel** и интегрирует сторонние данные в **ThingWorx Foundation**
- ❑ Быстрое использование возможностей среды разработки **ThingWorx** для создания впечатляющих интерфейсов взаимодействия с объектами физического мира:
 - интерфейс **ThingWorx**
 - интерфейс **дополненной реальности**





Приложения



ThingWorx Utilities

- Управление активами
- Управление сигнализацией
- Управление устройствами
- Управление ПО устройств
- Схемы процессов

ThingWorx Foundation

Разработка приложений

thing model API

- Визуальное моделирование
- Системная интеграция
- Построение пользовательского интерфейса
- Отчетность и базовая аналитика
- Бизнес логика и управление событиями
- Управление доступом и учетными записями
- Управление IoT данными
- Возможность программных расширений

Cloud

Облако устройств

ptc: in cloud or on-premise 3rd party cloud providers

- Управление доступом и учетными записями
- Адаптеры для устройств и облаков
- Обработка правил и Big Data
- Передача файлов, служба сообщений

Edge (Пограничное подключение)

- SDK и IoT Gateway
- Отслеживание состояния связи
- Драйвера данных
- Двухнаправленная коммуникация

ThingWorx Industrial Connectivity

- Коммуникационная платформа
- Промышленная связь
- Обмен данными



ThingWorx Analytics

Аналитика

- Автоматические рекомендации
- Автоматическая предиктивная аналитика
- Аналитический сервер
- Аналитика реального времени

ThingWorx Studio

Инструментальная среда

- Подготовка данных и создание представлений
- Развертывание представлений
- Поддержка мобильных и AR/VR устройств
- Уникальная физическая идентификация и метки

THINGWORX ANALYTICS

Аналитика реального времени, разработанная для умного производства

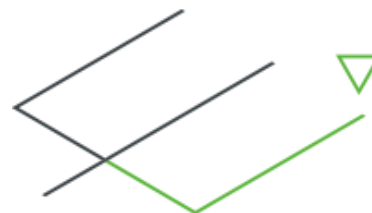
thingworx® thingoptimizer™

Оптимизация будущих операций и оценка достижения текущих



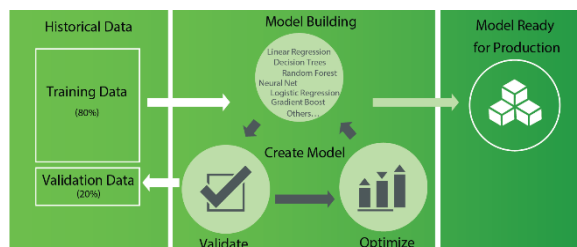
thingworx® thingpredictor™

Предсказания в реальном времени или по массиву данных



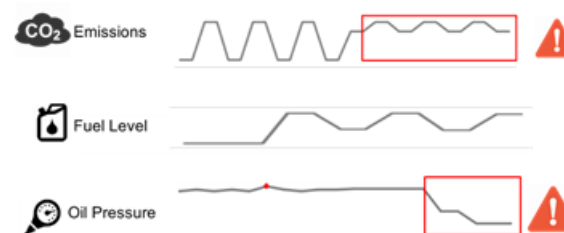
thingworx® analytics server

Ядро аналитики. Машинное обучение



thingworx® thingwatcher™

Обнаружение отклонений от нормального состояния



Автоматические рекомендации

Автоматическая предиктивная аналитика

Аналитика

Аналитический сервер

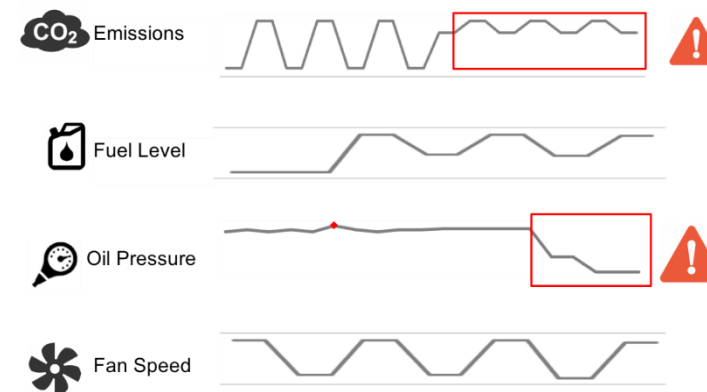
Аналитика реального времени

<http://a0601.narod.ru/Article AI for SmartMnfgtrng.pdf>

THINGWORX ANALYTICS - THINGWATCHER

Обнаружение отклонений от нормального состояния в реальном времени

- **Наблюдает и «учится» у вещей в реальном времени.** Использует технологию машинного обучения для определения в реальном времени, что является нормальным состоянием любого потока данных.
- **Независим от предустановленных правил.** Не использует никакие предустановленные правила для анализа. Учится исключительно при наблюдении за вещью с помощью ИИ.
- **Простота интеграции в собственные приложения.** Разработки ThingWorx используют ThingWatcher для автоматизации собственных приложений.



thingworx® thingwatcher™

THINGWORX ANALYTICS - THINGPREDICTOR

thingworx® thingpredictor™

Автоматическая «интуиция»

- **Автоматически строит и проверяет предиктивные модели** без участия человека, основываясь только на потоках данных
- **Связывает ваши «вещи»** с одним или несколькими ожидаемыми состояниями (время до отказа, будущая эффективность и др.)
- **Предсказания** в реальном времени или по массиву данных (“скоринг”)
- **Использует** предсказательные модели созданные **ThingWorx Analytics Server** или другим **PMML (*)** совместимым инструментом.



(*) Язык разметки для прогнозного моделирования является языком разметки на основе **XML**, разработанным **Data Mining Group** и обеспечивающим приложениям способ определения моделей, относящихся к прогнозной аналитике и анализу данных, а также обмен такими моделями между **PMML (Predictive Model Markup Language — PMML)**-совместимыми приложениями.

THINGWORX ANALYTICS - THINGOPTIMIZER

Оптимизация будущих результатов

- ❑ **Производит оценку** достижения результатов, перед тем, как вы предпринимаете действия.
- ❑ **Определяет причинные** и ключевые факторы, влияющие на заданный результат.
- ❑ **Определяет оптимальную** конфигурацию для максимизации или минимизации риска определенного результата.
- ❑ **Использует предсказательные** модели созданные **ThingWorx Analytics Server** или другим **PMML** совместимым инструментом.



thingworx® thingoptimizer™

THINGWORX ANALYTICS – ANALYTICS SERVER

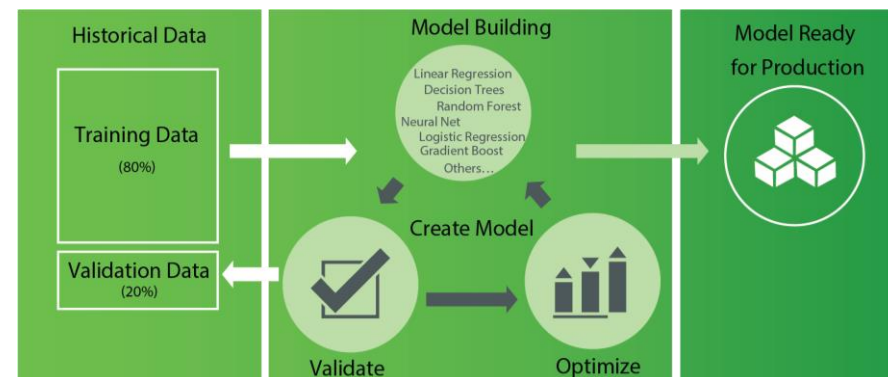
Движок «прогнозирующего интеллекта»

Использует машинное обучение для автоматического построения и проверки предиктивных моделей без участия человека, основываясь исключительно на данных.

- ❑ **Использует ожидающую** получения патента технологию для автоматического определения лучшего алгоритма предсказательного моделирования для каждого набора данных и ожидаемого результата.
- ❑ **Автоматическая подготовка** данных для машинного обучения без **ETL (*)** (при использовании **ThingWorx Composer**)
- ❑ **Существенно уменьшает** или даже устраняет необходимость в команде экспертов по анализу данных
- ❑ **Автоматически определяет** какие потоки данных наиболее важны для прогнозирования определенных состояний
- ❑ **Полученные предиктивные** модели сразу доступны для **ThingPredictor** и **ThingOptimizer** для автоматического прогнозирования, моделирования и создания рекомендаций

<http://a0601.narod.ru/ARticle AI for SmartMnfgtrng.pdf>

thingworx® analytics server



(*) **ETL** (от англ. *Extract, Transform, Load* — дословно «извлечение, преобразование, загрузка») — один из основных процессов в управлении хранилищами данных

Стратегия разработки Приложений ДР - эффективное объединение физического и цифрового миров

Augmented Reality
раскрывает ценность
КОНВЕРГЕНЦИИ
ФИЗИЧЕСКОГО,
ЦИФРОВОГО и
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО
миров

