# Введение в концепцию "интернета вещей" (IoT)

## 1. Введение

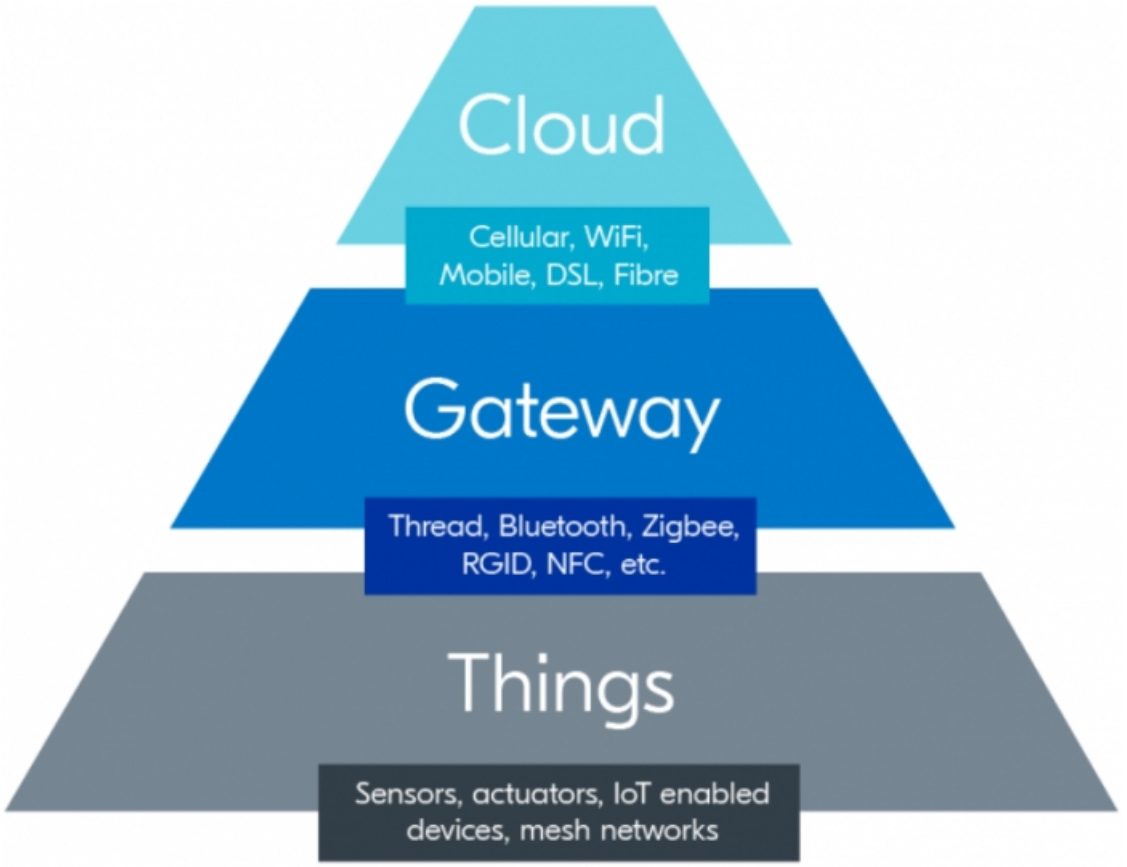
Интернет вещей (англ. Internet of Things, IoT) – это концепция развития технологий сетей Интернет в сторону автоматизации, и исключения участия человека из большинства процессов работы IT-инфраструктуры. Интернет-вещи посредством обмена информацией между различными датчиками и сенсорами должны полностью автоматизировать процессы управления группами устройств.

Чаще всего, при рассмотрении потенциала Интернета вещей, приводят пример работы умного дома. Ведь в любом доме существуют системы отопления, вентиляции, кондиционирования и освещения. И хорошо бы сделать так, чтобы все это работало само, без лишнего вмешательства человека..

Технологию IoT связывают с объединением множества интеллектуальных предметов в единую систему. Рекомендация Y.206 переносит это представление на виртуальные объекты. Согласно данной рекомендации, IoT обеспечивает коммуникацию между любыми вещами в режиме реального времени. За IoT-системами будущее, и ниже мы рассмотрим основные концепции этих систем, а также некоторые сценарии их использования.

## 2. Архитектура IoT-систем

IoT состоит из набора различных инфокоммуникационных технологий, которые обеспечивают его работу. Архитектура Интернета вещей показывает, как разные технологии связаны между собой, и включает в себя следующие основные уровни:

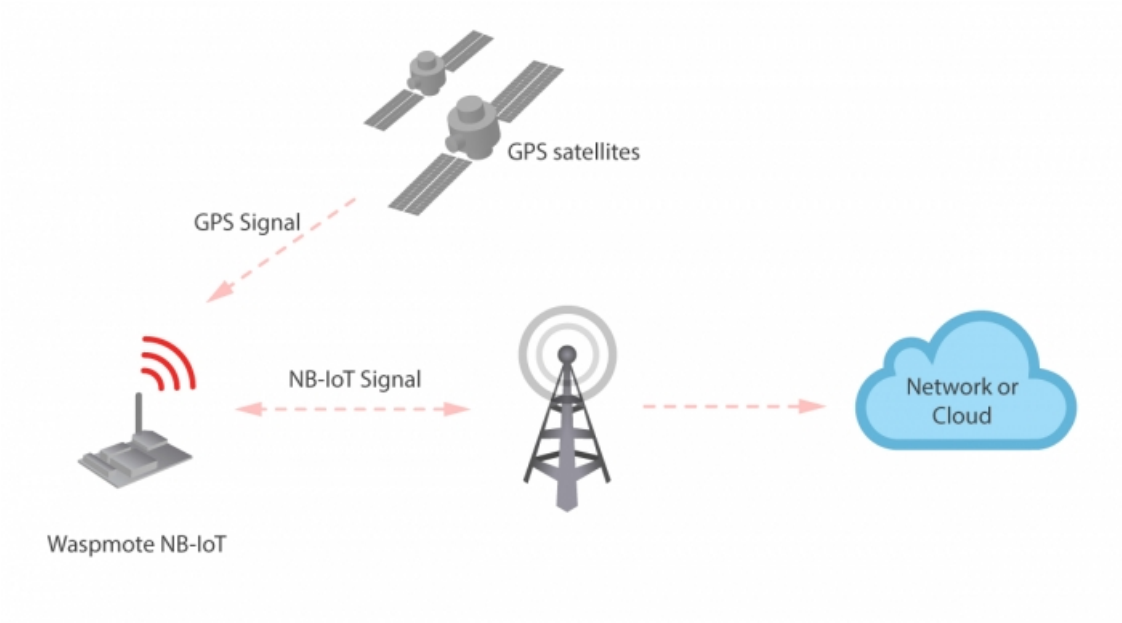



*Things (дос. вещи) Уровень сенсоров и сенсорных сетей*

Здесь непосредственно речь идет об устройствах. Это самый нижний уровень архитектуры IoT. Он состоит из "умных" объектов, соединенных с сенсорами. Они обеспечивают сбор и обработку информации в реальном времени для соответствующих целей. Например, для измерения температуры, давления, скорости движения, местоположения и многого другого. Развитие микропроцессоров привело к сокращению физических размеров аппаратных сенсоров и позволило внедрять их повсеместно.

Обычно, вещи имеют соединение со шлюзами, подключаемыми к локальной или глобальной вычислительной сети. Но есть и самодостаточные устройства, которые могут работать на базе сетей сотовых операторов (подключение с помощью Wi-Fi или Ethernet). Сами шлюзы являются концентраторами, поддерживающими определенный стандарт или протокол, обеспечивающий связь с "Вещами".

В качестве конкретного примера IoT-системы без шлюза, ниже приведено изображение, описывающее схему работы GPS-трекера с NB-IoT модулем:




Таким образом, есть устройства которым не нужен шлюз, и они обладают стандартным интерфейсом связи. Они самодостаточны и для координации с облаком им хватает доступа в интернет через провод, GSM/3G/LTE, NB-IoT, Wi-Fi и т.д.

В примере с трекером на рисунке выше, оператор присваивает устройству IP-адрес (либо может использоваться технология non-IP) через NB-IoT(L1, L2) и выпускает девайс в интернет. Сам трекер может поддерживать MQTT, CoAP или просто отправлять свой payload в UDP-пакетах на указанный в настройках адрес платформы через публичную сеть.

Сенсоры, которые характеризуются низким энергопотреблением и низкой скоростью передачи данных, образуют беспроводные сенсорные сети (WSN - Wireless Sensor Network). Они набирают все большую популярность, потому что могут содержать гораздо больше датчиков с поддержкой работы от батарей и охватывают большие площади. Достигается это путем применения топологии mesh-сети. В качестве примера, можно привести стандарт ZigBee (IEEE 802.15.4), всё чаще применяемый в системах домашней автоматизации по методу "Умного Дома".

## Gateway (шлюзы). Уровень шлюзов и сетей

Для реализации широкого спектра задач в IoT необходимо обеспечить совместную работу множества различных технологий и протоколов. Сети доступа должны обеспечивать требуемые значения передачи информации по задержке, пропускной способности и безопасности. Уровень шлюзов предназначен для соединения разнородных сетей в единую сетевую платформу.

Сетевые шлюзы позволяют пользователям или автоматизированным системам, обеспечить сетевое взаимодействие с конечными устройствами IoT-инфраструктуры, посредством поддерживаемого стандарта связи.

## Cloud (облачная система). Сервисный уровень и уровень приложений

Сервисный уровень содержит набор информационных услуг, обеспечивающих автоматизацию технологических и бизнес-операций в IoT:

- поддержка операционной и бизнес-деятельностей;
- различная аналитическая обработка информации;
- интерфейс хранения, ввода/вывода данных из внешней системы;
- приложение (API);
- обеспечение информационной безопасности;
- управление различными бизнес-процессами;
- централизованная панель управления "Вещами".

На этом уровне архитектуры IoT существуют различные типы приложений для соответствующих промышленных секторов и сфер. Приложения могут быть "вертикальными", когда они являются специфическими для конкретной отрасли промышленности, а также "горизонтальными", которые используются в различных секторах экономики.

# 3. Сценарии применения IoT-систем

## Умный дом

Системы Интернета вещей способны автоматизировать процессы и исключить непосредственное участие человека. Представьте, что вы приезжаете с работы, а в вашей квартире работает система "Умный дом". Еще до прибытия домой, в систему можно отправить команду через мобильное приложение и подготовить апартаменты к своему приходу. Реакция такого дома молниеносна. Вы открываете дверь, а свет в прихожей уже горит. Внутри комфортная температура, система проветрила и подогрела воздух, проверила остатки продуктов и бытовой химии, а затем, оповестила хозяина о необходимости пополнения запасов.

Можно внедрить машинное обучение, тогда система умного дома соберет необходимую информацию, например, за предшествующий месяц, и будет адаптировать свою работу.

Принципы функционирования IoT, описанные на примере бытовых процессов, можно перенести на бесконечное множество любых других, начиная от уличного освещения и управления светофорами, и до управления огромными предприятиями и городами.

## IoT в организации дорожного движения

Одним из главных направлений развития и внедрения технологий интернета вещей является транспорт. За предыдущие десять лет автомобили превратились в интеллектуальную систему, способную сохранять жизни пешеходов и пассажиров. В настоящее время уже внедрены различные ассистенты, помощники и системы автоматического реагирования на возникшую угрозу на дороге. Среди них: активная система контроля и удержания полосы, система автоматического торможения при возникновении препятствия или обнаружения опасности, контроль мертвых зон и открывания дверей, ассистенты парковки, системы автоматического поиска места для парковки и многое другое.

Если те же десять лет назад автомобиль мог максимум предупредить о выходе из полосы, то сейчас системы безопасности не позволят сделать это непреднамеренно и даже смогут полностью остановить автомобиль.

*Круиз-контроль на базе ИИ от Hyundai*

С автомобилями всё в принципе ясно, новые "фишки" и ассистенты помогают продавать автомобили, поэтому инженеры совместно с маркетологами активно их развивают и внедряют. С дорогами все немного сложнее. За тот же временной период в 10 лет модернизацию можно описать несколькими пунктами:

- светодиодное освещение дорог;
- камеры контроля движения;

- программирование циклов работы светофоров с учетом суточных циклов движения.

Применение концепции интернета вещей к дорожному движению позволит умным автомобилям обмениваться информацией между транспортными средствами, центрами управления дорожным движением и сервисами, предоставляемыми частными компаниями для информирования о дорожных заторах, авариях и погодных условиях.

Ключом к тому, чтобы это произошло, как раз является IoT, объединяя датчики, встроенные в проезжую часть, ограждения, столбы и светофоры. Существующие на данный момент интеллектуальные транспортные системы,  обеспечивают некоторые из перечисленных функций. Например, информация, собранная камерами наблюдения за дорожным движением, используется для корректировки интервалов работы сигналов светофоров в режиме реального времени для того, чтобы устранить или минимизировать заторы. Парковки, оборудованные датчиками, могут уведомлять водителей о наличии свободных мест прямо через смартфон.

Дороги с поддержкой IoT обладают рядом преимуществ, по сравнению с обыкновенными дорогами, но к сожалению, без недостатков тоже не обходятся. Зачастую, при развертывании системы IoT на дорогах, разработчики сталкиваются с проблемами безопасности и конфиденциальности, а также вопросами совместимости различных стандартов.

Существуют некоторые пилотные проекты IoT, такие как австрийский автобан, который использует систему "Cisco Connected Roadways", объединяющую 70 000 датчиков и 6 500 дорожных камер для мониторинга трафика и дорожных условий.

*Проект "Cisco Connected Roadways"*

Интеллектуальные магистрали и шоссе поддерживают несколько стандартов IEEE. Стандарт IEEE 802.11p, регламентирует связь между транспортными средствами (V2V, Vehicle to Vehicle) и инфраструктурой (V2I, Vehicle to Infrastructure). Семейство стандартов IEEE 1609 для беспроводного доступа в транспортных средах определяет архитектуру и стандартизованный набор услуг и интерфейсов для безопасной беспроводной связи V2V и V2I.

К сожалению, ни одна комплексная транспортная система на основе IoT до сих пор не была полностью развернута. Система мониторинга трафика с поддержкой IoT использует комбинацию систем связи V2V - V2I - I2I и аналитику для управления дорожными ситуациями. Города могут начать делать свои дороги умнее прямо сейчас, установив готовые датчики. Как беспроводные, так и проводные датчики IoT всех типов, могут собирать данные о состоянии дороги, загруженности и даже о погодной ситуации.

Существует возможность установки на существующие светофоры и опоры, что поможет оптимизировать затраты на установку и оптимизировать движение в кратчайшие сроки. Некоторые светофоры могут взаимодействовать друг с другом, чтобы организовывать "зеленый коридор" для трафика автомобилей.

Безопасность и конфиденциальность информации являются проблемами для всех приложений IoT, а к системам на автомобильных дорогах предъявляются еще более высокие требования. Умные дороги должны быть защищены на 100% от повреждений, вандализма и кражи, в беспроводной передаче информации необходимо пресекать возможности  прослушивания и взлома. Кроме того,

правоохранительные органы и страховые компании могут использовать собранную информацию для целей, отличных от первоначальной цели умных дорог, таких как мониторинг чьих-либо привычек вождения или отслеживание местоположения автомобиля.

Несмотря на проблемы, связанные с внедрением и постройкой IoT дорог, нужно продолжать работать над развитием этого направления, поскольку преимущества данной технологии очевидны.

## Логистика

[Введение в концепцию "интернета вещей" (IoT)]

В концепции IoT-систем объединяются технологии, применяемые в самых различных сферах: RFID-метки, дроны, беспилотное управление роботизированными системами, искусственный интеллект и так далее:

На видео выше был приведен типичный пример интеграции IoT-системы в робототехнику и логистику. Кроме того, логистика это:

- Умные транспортировки.
- Учет ГСМ на грузовом транспорте.
- Умные решения внутри складов.

Одним из самых ярких примеров применения "Интернет вещей" в логистике является склад компании Amazon и решения международной компании экспресс-доставки грузов и документов DHL.

На складе роботы со встроенными камерами и считывателями QR-кодов быстро и точно идентифицируют элементы на складе. Сотрудникам больше не нужно бродить, сканируя каждый товар или искать недостающие штрих-коды.

Таким образом, IoT упрощает управление цепочкой поставок, делает ее более эффективной. IoT в логистике, как и в случае с умным домом, позволяет получать данные в реальном времени на каждом этапе поставки. В свою очередь, это позволяет принимать стратегически важные решения.

Интернет вещей повышает общую прозрачность цепочки поставок. Это позволяет отслеживать местонахождение  отдельно взятого груза. Отслеживание местоположения не ограничивается только своевременной доставкой. Фактически, данные о местоположении помогают транспортным компаниям рассчитать затраты на различных этапах доставки, учесть ее в стоимости, либо снизить затраты.

Эта информация особенно актуальна в случае транспортировки скоропортящихся товаров, например фруктов. Данные о местоположении могут помочь компаниям определять точки, в которых качество товаров могло снизиться. Аналогичным образом, при транспортировке по длинным маршрутам контекстная информация о местоположении может сыграть важную роль в выборе лучшего альтернативного маршрута. Таким образом, данные о местонахождении в режиме реального времени позволяют лучше понять каждое звено в цепочке поставок.

Также IoT поможет компаниям снизить риски и принять меры в случае транспортировки грузов, чувствительных к температуре. Данные о давлении, влажности, вибрации также можно собирать и учитывать в анализе. Подобная информация может привести к снижению брака.

С помощью системы, основанной на IoT, компании смогут отслеживать местоположение своих транспортных средств и водителей. Это дает более прозрачное представление о том, как используются ресурсы. Кроме того, IoT позволит автоматизировать систему технического обслуживания, ремонта и постановки на учет автомобилей. Тот же подход может быть использован для отслеживания состояния здоровья водителей.

Применение технологий Интернета вещей в отрасли не ограничивается техническими аспектами. Оно также может предложить идеи, которые улучшают способность прогнозировать спрос. Данные, полученные с помощью Интернета вещей, могут помочь лучше понять поведение клиентов, использование продуктов, потребности и спрос.

Данные с IoT-устройств смогут предоставить данные, позволяющие отслеживать действия, которые приводят потребителя к точке продаж. Взглянуть на товар с точки зрения потребителей, начиная с простого момента покупки и заканчивая тем, почему покупка была совершена.

## Интернет-вещи в промышленности (IIoT)

В применении к этой области, принято использовать отдельный термин - промышленный интернет вещей или IIoT (Industrial Internet of Things). Целью подобных систем является оптимизация и автоматизация производственных процессов различного масштаба. Крупные производители промышленного оборудования давно оснащают свои установки "умными" контроллерами и различными интерфейсами для взаимодействия с внешними системами. Может поменяться софт или протокол передачи данных от интерфейса до системы, но возможность взаимодействия останется заложена на уровне стандарта промышленного интернета вещей. В этом плане система довольно консервативна. В ней продолжают быть востребованными такие интерфейсы как R232, RS485, MBUS, CAN. "Умные" машины увеличивают производительность и исправляют частые ошибки людей, особенно связанные с контролем качества и экологичностью. Среди лучших примеров систем IIoT - аппаратно-программные комплексы, передающие телеметрию и анализ больших данных для оптимизации технических процессов и точных вычислений.

## Диспетчеризация и автоматизация съема показаний с приборов учета

Не так давно принят закон, согласно которому с 2021 года все новые жилые помещения переходят на "умные счетчики", и застройщик обязан закладывать такие системы еще на этапе проектирования жилых комплексов.

Эффективное управление энергоресурсами - это стандарт современного мира. Счетчики подсчитывают расход электричества, воды, тепла, и передают данные по одному из множества возможных проводных или беспроводных протоколов, нашедших свое применение в АСКУЭ-системах. Подобные решения в области диспетчеризации сбора показаний помогают управляющим компаниям вести умный учет и упрощать процедуру выставления счетов. Управляющие компании и пользователи имеют доступ к информации, что обеспечивает качественное и прозрачное взаимодействие между ними.

## Заключение

Концепция интернета вещей придумана давно. Список задач, решаемых электронными устройствами, велик и постоянно растёт. На передовой внедрения IoT-технологий – корпоративный сектор. Более 60% всех внедренных проектов работают на производственных площадках. Градостроители пока отстают, и, в основном, обкатывают пилотные проекты. Отчасти, внедрять IoT для города сложнее из-за необходимости соблюдения большего числа требований. Рынок услуг по внедрению предлагает следующие сценарии внедрения технологий IoT:

- Разработка собственного ПО с нуля.
- Покупка готового решения.
- Разработка собственного решения на базе готового фреймворка.

Для предприятий третий вариант выглядит самым логичным и применяется чаще всего, ведь делать всё с нуля дорого и сложно, а готовые проекты не всегда соответствуют задачам. На рынке урбанистического и бытового IoT главенствуют  готовые предложения от сотовых операторов и провайдеров.

Пока что большинство предлагаемых технологий для реализации умного пространства заключаются в установке видеонаблюдения и оповещении служб реагирования, а также в отслеживании местоположения и некоторых параметров объекта. Но очень скоро все должно измениться в лучшую сторону.