

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ IOT

МИХАЙ ДОИНЕА (MINAİ DOINEA), КЭТЭЛИН БОЙА (CĂTĂLIN BOJA), ЛОРЕНА БАТАГАН (LORENA BĂTĂGAN), КРИСТИАН ТОМА (CRISTIAN TOMA), МАРИУС ПОПА (MARIUS POPA)
ПЕРЕВОД: ДМИТРИЙ ШВЕЦОВ

В статье рассмотрены возможности по внедрению цифровых технологий в области защиты прав потребителей. Современная глобализация цепочек производства продуктов питания, их возрастающая сложность и ограничения, связанные с управлением данными вручную, не позволяют потребителям получать информацию о качестве продуктов в реальном времени. Решить данную проблему предлагается с помощью IoT-системы, в основе которой лежит сеть датчиков, использующая автономные встраиваемые модули, а также RFID-метки для автоматизированного сбора информации обо всем жизненном цикле производства продукции.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня важным трендом в цифровизации производства является извлечение нужного значения из открытых данных. Большие объемы информации, ее сложность, всеобщий доступ к сведениям приводят к изменению управления данными и появлению новых мер по обеспечению конфиденциальности.

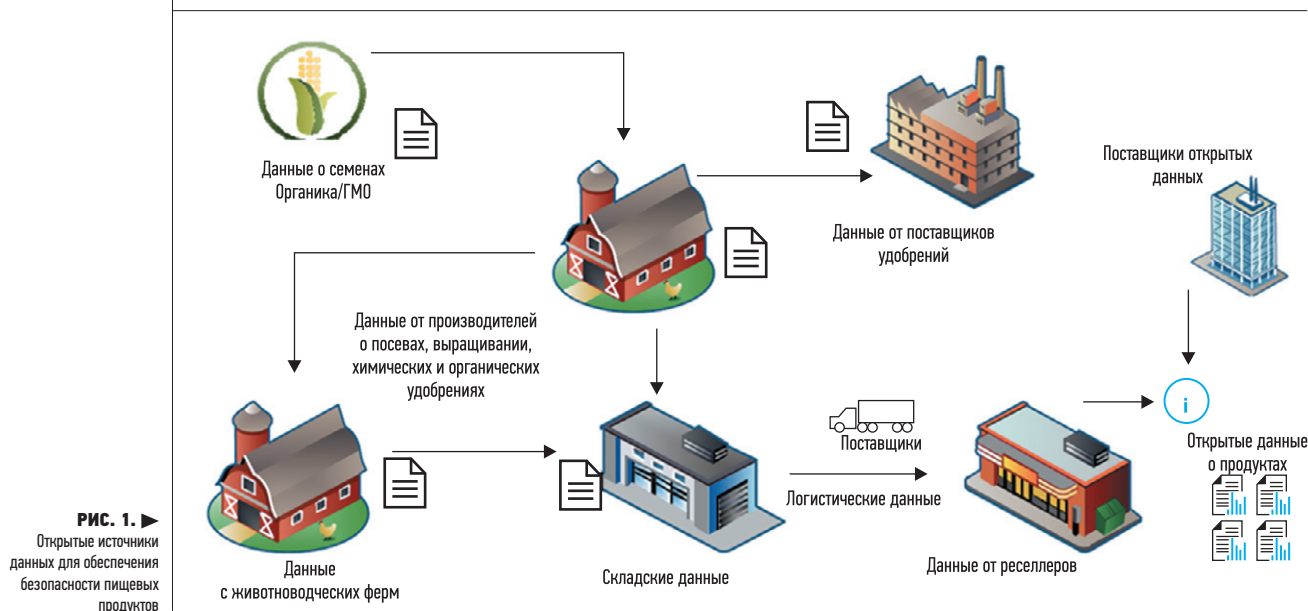
С точки зрения безопасности пищевой продукции открытость данных приводит к формированию сложной информационной архитектуры, включающей множественные источники данных на различных

этапах производственного процесса (рис. 1).

Каждый уровень информации добавляется прямым или косвенным участником в экосистеме производства продуктов питания. В этой системе представлены:

- Поставщики семян и генетических материалов, являющихся отправной точкой для всей цепочки производства пищевой продукции. Используя электронные метки, фермеры могут регистрировать используемые семена или материалы с генетической модификацией.

- Поставщики удобрений. Они предоставляют информацию о химическом составе данных продуктов или сырья для их производства.
- Фермеры, контролирующие свой урожай и экологическую обстановку. На качество свежих фруктов и овощей оказывает влияние не только уход за ними, но и состояние окружающей среды. Например, близость крупных промышленных комплексов может стать причиной загрязнения продукции.
- Животноводческие фермы, которые должны предоставлять



информацию о том, как обеспечивается производство потомства у животных, и о цепочках поставок еды, используемой для выращивания скота.

- Производители пищевых добавок. Они должны предоставить научное и химическое наименование добавок, которые можно будет соотнести с открытыми данными из библиотек, содержащими информацию о долгосрочном воздействии добавок на здоровье человека при их употреблении.
- Пищевая промышленность.
- Перевозчики. Каждый из них должен соблюдать необходимые условия по температуре и освещению в течение всей поездки.
- Местные продовольственные склады, которые должны обеспечивать надлежащее хранение продуктов и доставлять их потребителю до истечения срока годности.
- Местные рынки, супермаркеты и другие реселлеры.
- Общественные или правительственные организации, которые должны обеспечивать доступ к информации и репозиториям открытых данных.

Когда все эти данные из указанных источников поступают в общедоступные репозитории открытых данных, любой покупатель в магазине в считанные секунды может получить доступ к информации о том или ином продукте. На основании этих данных он сможет принять полностью обоснованное решение о покупке продукции.

АНАЛИЗ «БОЛЬШИХ ДАННЫХ»

Инструменты для обработки «больших данных» позволяют легко получать знания из огромного объема данных, хранящихся в облаке. В контексте управления безопасностью пищевой продукции можно отследить весь путь каждого ингредиента и даже те факторы, которые могли повлиять на его качество при хранении, транспортировке и других манипуляциях. Это позволяет установить надежный статус конечного продукта.

Среди возможностей, которые можно получить в результате обработки «больших данных», можно отметить:

- оптимизацию процессов — для развития цепочек производства

пищевой продукции жизненно важно иметь достоверные данные для последующего совершенствования производства;

- принятие обоснованных решений — в результате анализа «больших данных» можно выбрать более оптимальные решения, которые окажут положительное влияние на процессы управления цепочками производства;
- понимание поведения системы — анализ поведения системы всегда был и будет главной задачей в управлении экономическими процессами, поэтому система исследуется как «черный ящик», чтобы вычислить, насколько это возможно, улучшенные показатели;
- более эффективное использование ресурсов — в порядке привлечения ресурсов для анализа экономических процессов необходимо проанализировать как можно больше данных с учетом того, как эти ресурсы будут воздействовать на весь процесс управления.

ПРОЕКТ ECO-SMART

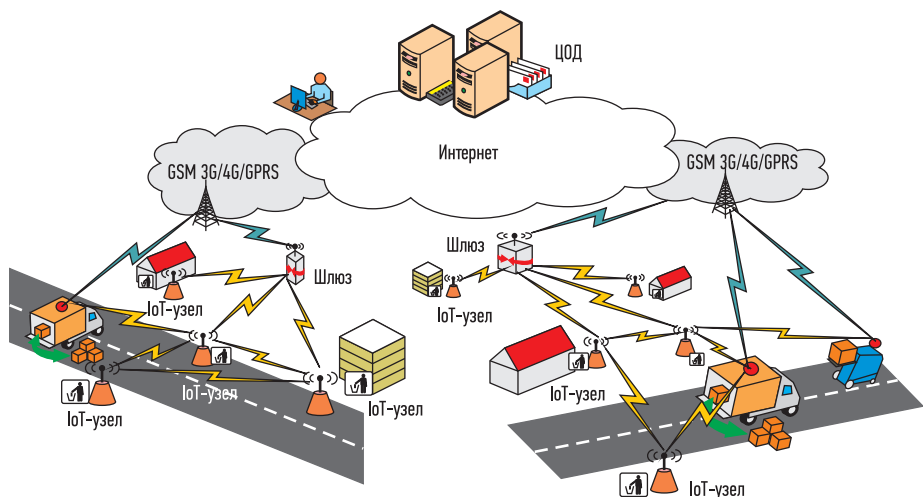
Системы управления производством питания являются наиболее важными и перспективными инструментами для анализа и оптимизации деятельности предприятий пищевой отрасли. Кроме того, они играют жизненно важную роль в обеспечении безопасности продуктов питания и качественных продовольственных услуг. Если вернуться к теме открытых данных, такие системы значительно улучшились благодаря возможностям по сбору данных,

появившимся вследствие развития IoT. У «больших данных» есть огромный потенциал в предоставлении обществу надежной информации о продуктах.

Если использовать развернутую IoT-инфраструктуру с датчиками двух типов (RFID/NFC-метки и встроенные интеллектуальные устройства), размещенными на транспортных средствах и контейнерах, то данные можно получить из IoT-шлюзов, расположенных на въездах в продуктовые компании, в супермаркетах, «умных» холодильниках и других устройствах контроля продуктов питания. Собранная информация дает возможность динамически отслеживать пищевые ингредиенты, оптимизировать маршрут доставки продукции до конечного потребителя или, наоборот, прервать перевозку товаров, если нарушены ее условия (например, температурный режим). К важным источникам данных для системы управления производством питания относятся и такие, как:

- IoT-датчики, установленные в контейнерах для оценки их заполняемости и идентификации (с помощью RFID-метки);
- общественные интеллектуальные контейнеры для мусора;
- запросы от розничных продавцов и магазинов о новых поставках или доступных запасах;
- предварительная обработка мусора и отходов (стекло, пластик, бумага и т. д.);
- информация о погодных условиях и экологической обстановке, которую необходимо отслеживать.

РИС. 2. ▼ Обзор архитектуры проекта Eco-SMART на базе упрощенного сценария использования IoT



Все перечисленные данные от датчиков IoT и WSN (Wireless Sensor Networks — беспроводные сенсорные сети) с использованием IoT-шлюзов, расположенных на предприятиях пищевой промышленности и складах, собираются в центре обработки данных. Сценарий применения технологий IoT и RFID-меток для управления безопасностью пищевой продукции приведен на рис. 2.

Также на основании получаемых данных можно оптимизировать логистику: например, перестраивать маршруты транспортных средств в режиме реального времени для обслуживания ближайшего клиента, чтобы доставить необходимые товары в свежем виде. Новый маршрут должен быть основан на оптимизации критического пути в соответствии с математическими моделями, для которых в качестве исходных данных будет взята информация от датчиков IoT, интегрированная в систему управления транспортными средствами.

Обратимся к проекту Eco-SMART, разработанному авторами статьи для Европейского социального фонда и правительства Румынии. Предлагаемая архитектура системы основана на инфраструктуре IoT с цифровой обратной связью, которая позволяет обрабатывать данные с датчиков в режиме реального времени и гене-

рирует управляющие сигналы для изменения параметров регулирования системы. В дальнейшем эту архитектуру можно модифицировать — после проведения исследований, анализа и дополнительного проектирования рабочих алгоритмов управления. Кроме того, программное обеспечение (ПО), используемое в таких системах, должно быть тщательно протестировано до запуска серийного производства. Проверенные на практике результаты исследований позволили сформировать интегрированное решение, состоящее из подсистем Front-End, Secure Middleware и Back-End. Компоненты таких подсистем взаимодействуют друг с другом и обеспечивают архитектуру IoT Smart System, основанную на следующем n-уровневом шаблоне:

- S1: датчики и шлюзы IoT / интеллектуальные устройства (Front-End, контекстно-зависимый уровень).
- S2: мобильные устройства и встроенные в транспортные средства устройства (Front-End).
- S3: IoT-хранилища / микрооблачная инфраструктура. Подсистема содержит модули для (Back-End):
 - сбора и обработки данных с гетерогенных датчиков + M2M-прокси и шлюзов + микрооблаков IoT для «зеле-

ных» вычислений (green computing) с использованием HPC (High Performance Computer — высокопроизводительный компьютер) и HTC (High Throughput Computing — вычисления с высокой пропускной способностью).

- S4: Центр облачных вычислений и обработки данных. Подсистема содержит модули для (Back-End):
 - ГИС (геоинформационная система), POI (points of interest — точки интереса) — карт и диаграмм + облака / P2P (Peer2Peer) для реализации математических моделей с целью вычислить минимальные динамические пути / маршруты с помощью HTC и HPC, согласно полученным данным от датчиков и транспортных средств;
 - управления движением и транспортными потоками;
 - BI — бизнес-аналитики для автоматизированных решений + ERP (Enterprise Resource Planning — планирование ресурсов предприятия) для управления ресурсами + ESB (Enterprise Service Bus — сервисная шина предприятия) и SOA (Service Oriented Architecture — сервис-ориентированная архитектура) для организации обмена данными, оплаты и выставления счетов для отдельных пользователей и компаний;
 - мобильного (SMS / Smart-Mobile-App) и веб-сервисов проекта, веб-портала и мобильной конвергенции (доступной конечным пользователям).

- S5: Подсистема безопасного промежуточного ПО, содержит модули в Front-End и Back-End, которые отвечают за реализацию протоколов связи (REST, WS и т. д.), M2M-обмен и безопасную маршрутизацию сообщений.

Данное решение объединяет нескольких ключевых участников управления производством питания, начиная с поставщиков основных ингредиентов для производителей продуктов, которые доставляют

РИС. 3. ▼
Система управления качеством продовольствия, в которой применяется маркировка пищевых продуктов



товары в розничные торговые сети, и заканчивая прямыми конечными потребителями. На всех этапах RFID-метки и другие IoT-устройства можно использовать для получения полной информации о пищевых продуктах и сравнения данных о качестве их ингредиентов с эталонными показателями в классификационных таблицах. На рис. 3 представлена типичная архитектура системы управления качеством продукции с применением RFID-меток.

В данной задаче можно выделить два уровня: организационный и технический. Для применения на первом уровне сегодня есть только частичные решения, реализованные в ЕС и США, не достигающие всех целей проекта Eco-SMART. Например, подобные решения используются в рамках концепции «умного города» в Испании, в городе Сантандере — но без контроля отходов и их переработки. В Хельсинки пока реализованы только сбор данных с городских датчиков и привязка их к ГИС, и несколько различных решений применено в США — например, в Бостоне и Кливленде. На данный момент решения из США не интегрированы с IoT-инфраструктурами интеллектуальных городов. Решение в Бостоне выполнено на базе «умных» мусорных ящиков BigBellySolar, чтобы общественность могла оптимально убирать отходы с улиц, но оно не включено в инфраструктуру IoT, развернутую для оптимизации маршрутов сбора мусора. При реализации IoT в подобных проектах должны быть объединены технологии RFID, WSN, M2M и SCADA. Для промежуточного ПО, датчиков, компонентов и шлюзов сейчас представлено много стандартов.

Сегодня в промежуточном ПО, применяемом в беспроводных сенсорных сетях (WSN) и протоколах коммуникации, учитываются такие стандарты передачи радиосигналов, как ZigBee, WiMax, Wi-Fi и Bluetooth, но ими его возможности не ограничиваются.

Другая важная проблема современных технологий — это безопасность и качество решений. При предоставлении услуг, помимо полосы пропускания, расстояния и надежности подсистем, необходимо обращать внимание на такие вопросы безопасности, как:

- клонирование тегов и кража идентификационных данных;
- права доступа к данным;
- аутентичность — целостность плюс разрешение на сбор и хранение персональных данных;
- разрушение узлов IoT / датчиков;
- блокирование передачи данных с использованием генераторов помех полезных сигналов;
- генерация сигналов в сети с неправильными оповещениями;
- атаки с целью перегрузки и отказа в обслуживании и т. д.

Исходя из всех этих аргументов, можно провести анализ сильных и слабых сторон применения IoT (табл.).

При этом у системы управления производством питания можно выделить несколько основных преимуществ, которые достигаются за счет объединения всех перечисленных методов, чтобы максимизировать объемы производства пищевых продуктов, их поставки и переработки:

- повышение осведомленности населения о вопросах управления производством питания в рамках медиасобытий;
- оптимизация маршрута доставки продуктов и использование современных методов хранения и перевозки, что снижает риски порчи, возможных загрязнений и заболеваний пищевого происхождения;
- повышение производительности труда, поскольку людям больше не нужно вручную вводить информацию в систему;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С точки зрения предприятия, вовлеченного в цепочку производства и доставки продуктов питания, система управления этими процессами на базе IoT позволяет решить проблемы логистики, поскольку генерирует среду, в которой полностью оцифрованы все этапы производства. Для потребителя данная система интересна тем, что выбор продукции можно подкрепить необходимой информацией. Это откроет новые горизонты для общества в сфере защиты прав потребителей.

С одной стороны, внедрение такой системы является новой технологической вехой. Для нее требуется разработать автономную сенсорную инфраструктуру, в рамках которой участники рынка будут получать данные о продукции. С другой стороны, благодаря развитию IoT появилась новая инфраструктура знаний, основанных на обработке и хранении открытых данных. ●

ТАБЛИЦА. АНАЛИЗ ПЛЮСОВ И МИНУСОВ IoT

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> • Экономия времени и оперативное решение задач по оптимизации • Экономия средств на внедрение • Расширение сотрудничества со смежными отраслями 	<ul style="list-style-type: none"> • Необходимо проведение стандартизации • Устройства различных производителей не могут взаимодействовать друг с другом • Сравнительно высокая стоимость реализации • Потребность в высококвалифицированном персонале и постоянном повышении его уровня знаний • Однотипный подход к внедрению IoT в различных сферах бизнеса
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> • Повышение эффективности • Повышение интероперабельности • Сохранение окружающей среды и предотвращение климатических изменений 	<ul style="list-style-type: none"> • Население сомневается в работоспособности новых технологий • Люди беспокоятся о том, что IoT-устройства могут собрать о них много данных и кому-то их передать • Манипулирование мнением населения