КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМ ИОТ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УСЛУГ С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ АВТОНОМИИ

© А. К. Хаджиева, М. Р. Хаджиев, А. Т. Исрахимова
ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

В статье рассматриваются вопросы, связанные с использованием новейшей технологии ИОТ в сельском хозяйстве, показана основная роль Интернета вещей в сельском хозяйстве, которая заключается в том, чтобы можно было контролировать всю важную информацию благодаря оснащённому последними передовыми технологиями оборудованию. А также проанализированы возможности внедрения технологии ИОТ в агропромышленности, благодаря которой можно с лёгкостью отслеживать необходимые данные, такие как влажность, качество почвы, температура воздуха, также показаны возможности, которые появляются благодаря использованию дистанционных датчиков. Цель использования технологии, ее необходимость для повышения урожайности и планирования более результативной системы полива и составления прогнозов. Описана необходимость, технологии Интернета вещей в исследовании биологов, для воздействия геномов и микроклимата на степень урожайности, для возможного увеличения качества и производительности продукции. Идет описание вопросов касательно экологических проблем.

Ключевые слова: ИОТ, эффективность, Интернет вещей, автоматизация, цифровой интеллект, GSM, датчики, коммуникационные технологии.

Умное сельское хозяйство

Интеллектуальное сельское хозяйство на основе Интернета вещей может обеспечить большие преимущества, включая более эффективное использование воды или оптимизацию вводимых ресурсов и методов обработки.

Концепция Интернета вещей представляет собой миллиарды физических устройств, находящихся в разных уголках Земли, которые подключены к Интернету с возможностью собирать данные, а также обмениваться ими.

ИОТ – это один из этапов развития интернета, когда устройств, подключенных к нему, больше, чем людей. Основная особенность Интернета вещей – это способность работать автономно без вмешательства человека.

Концепция IoT и ее сущность

Вычислительные устройства и объекты, которые предоставляют уникальные возможности и возможности для обмена данными по сети без вмешательства человека, – это система ИОТ, или Интернет вещей [1].

Организации в различных отраслях все чаще используют Интернет вещей для повышения эффективности работы, лучшего понимания клиентов, улучшения обслуживания клиентов, улучшения процесса принятия решений и увеличения стоимости бизнеса.

С появлением сверхдешевых компьютерных чипов и популярности беспроводных сетей все, от маленьких планшетов до больших самолетов, возможно преобразовать в часть системы ИОТ. Добавление ко всем этим оборудованностям сенсоров и подключение их к интернету улучшает цифровой интеллект обычных устройств, позволяя им передавать данные в реальном времени без вмешательства человека. Рисунок 1 показывает, как работает система Интернета вещей от сбора данных до анализа. Технология ИОТ делает структуру окружающего нас мира разумной и гибкой, объединяя две среды: цифровую и физическую.

Некие достаточно крупные объекты сами по себе могут содержать множество более мелких компонентов ИОТ, к примеру, реактивные

Рис. 1. Принцип работы системы IoT

двигатели, которые теперь оснащены тысячами датчиков для сбора и передачи данных, для обеспечения их эффективной работы. В более широком масштабе проекты умных городов заполняют всю территорию датчиками, которые помогают нам понимать окружающую среду и контролировать ее.

Интернет вещей позволяет компаниям автоматизировать процессы и снизить затраты на рабочую силу. Это также сокращает количество отходов и улучшает предоставление услуг, делая производство и доставку товаров менее дорогостоящими [2].

Таким образом, Интернет является одной из самых важных технологий в нашей повседневной жизни, и по мере того, как все больше и больше компаний используют возможности подключенных устройств, чтобы оставаться конкурентоспособными, Интернет вещей будет продолжать привлекать внимание.

Как правило, Интернет вещей наиболее распространен в производственных, транспортных и коммунальных организациях, где используются датчики и другие устройства Интернета вещей. Однако он также нашел варианты использования для организаций в

сфере сельского хозяйства, инфраструктуры и домашней автоматизации, что привело некоторые организации к цифровой трансформации.

Интернет вещей дает такие преимущества, как экономия затрат, экономия времени, повышение качества рабочих процессов и безбумажный рабочий процесс.

Бизнес в сфере домашней автоматизации может использовать Интернет вещей для мониторинга и управления механическими и электрическими системами в здании. В более широком плане умные города могут помочь гражданам сократить отходы и потребление энергии.

Архитектура системы Интернета вещей

Интернет вещей включает в себя различные информационные и коммуникационные технологии, обеспечивающие его работу. Архитектура IoT показывает связь различных технологий и принципы их взаимодействия между собой. Интернет вещей включает в себя три основных уровня (рис. 2).

Уровень вещей – это самый нижний уровень архитектуры Интернета вещей, который

состоит из смарт-объектов, подключенных к датчикам. Они собирают и обрабатывают информацию в реальном времени для соответствующих целей. Развитие микропроцессоров привело к уменьшению физического размера аппаратных датчиков, что позволило использовать их где угодно.

В основном объекты подключаются к шлюзу в локальной или глобальной сети, но есть и автономные устройства, которые могут функционировать на базе сетей сотовых операторов (с использованием соединений Wi-Fi или Ethernet). Сам шлюз представляет собой концентратор, поддерживающий определенный стандарт или протокол, позволяющий взаимодействовать с «Вещами» [3, 4]. В качестве примера IoT-системы без шлюза, на рис. 3 показано изображение, описывающее схему работы GPS-трекера.

Исходя из этого, есть устройства, которые обходятся без шлюза, и у них есть стандартный интерфейс 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.

Датчики, характеризующиеся низким энергопотреблением и низкой скоростью передачи данных, создают беспроводные сенсорные сети (WSN – Wireless Sensor Network). Они становятся все более популярными, поскольку могут содержать больше датчиков с питанием от батарей и покрывать огромные площади. Это достигается благодаря топологии mesh-

Рис. 2. Архитектура системы Интернета вещей

сети. В качестве примера можно привести стандарт ZigBee (IEEE 802.15.4), который всё чаще применяется в системах домашней автоматизации по методу «Умного Дома» [5, 6].

Для решения широкого спектра задач в Интернете вещей необходимо обеспечить совместную работу множества различных технологий и протоколов. Сеть доступа должна обеспечивать требуемое значение передачи информации с точки зрения задержки, пропускной способности и безопасности, при этом уровень шлюза предназначен для подключения разнородных сетей к единой сетевой платформе.

Уровень сервисов содержит набор информационных сервисов, которые могут реализовать автоматизацию технологических и

Рис. 3. Схема работы GPS-трекера с NB-IoT модулем

бизнес-операций в Интернете вещей. На данном уровне архитектуры IoT есть разные типы приложений для соответствующих отраслей промышленности. Приложения могут быть «вертикальными», если они относятся к конкретной отрасли промышленности, а также «горизонтальными», используемые в различных секторах экономики. Шлюзы позволяют пользователям или автономным системам подключаться к конечным точкам инфраструктуры Интернета вещей через поддерживаемые стандарты связи.

Использование IoT в сельском хозяйстве

Технология Интернета вещей быстро распространяется во всех отраслях и сферах жизни. По мере того, как население мира продолжает расти, производство продуктов питания и сельское хозяйство должны стать более производительными и способными приносить более высокие урожаи. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, наша планета должна будет производить на 70% больше продуктов питания в 2050 году, чем в 2006 году. Чтобы удовлетворить этот спрос, фермерам и сельскохозяйственным компаниям придется раздвинуть границы своей существующей практики и искать более инновационные решения.

Ситуация становится еще более критической, если учесть, что предыдущий рост сельскохозяйственного производства в основном происходил за счет возделывания новых земель. Однако на данный момент человечество уже обрабатывает свои лучшие участки земли, и во всем мире возможно увеличение площади сельскохозяйственных земель не более чем на 5%. По состоянию на начало 2021 года технологии достаточно развиты, чтобы повысить урожайность сельскохозяйственных культур с существующих земель за счет использования теплиц, комнатных и вертикальных систем земледелия и создания идеальных условий для растений с нужным количеством питательных веществ и воды, борьбы с вредителями и т. д.

Ожидается, что новые технологии, особенно Интернет вещей (IoT), окажут такое же влияние на будущее сельского хозяйства, как

и промышленная революция 1800-х годов. Умное сельское хозяйство – это высокотехнологичный и эффективный метод устойчивого ведения сельского хозяйства и производства продуктов питания. Решения интеллектуального сельского хозяйства IoT – это системы, в которых используются датчики для мониторинга поля сельскохозяйственных культур и автоматизации системы орошения (температура, свет, влажность, влажность почвы и т. д.).

Основываясь на технологиях Интернета вещей, интеллектуальное сельское хозяйство устраняет необходимость для фермеров и производителей выполнять физический труд и тем самым повышает эффективность во всех возможных смыслах. Это позволяет фермерам свести к минимуму отходы и повысить производительность различными способами, от количества используемых удобрений до количества поездок, совершаемых сельскохозяйственными машинами, а также эффективного использования ресурсов, таких как вода и электричество. Благодаря приложениям IoT для интеллектуального сельского хозяйства фермеры могут следить за своими полями из любого места [7, 8].

Система связанного сельского хозяйства

Под связанным сельским хозяйством понимается использование технологий для мониторинга, анализа, управления, контроля и, в конечном итоге, улучшения ключевых сельскохозяйственных процессов на всех этапах сельскохозяйственного цикла: подготовительный этап, производство и постпроизводство. Он включает в себя обмен данными между различными устройствами, начиная от датчиков в поле и заканчивая смартфонами в руках фермеров. Чтобы практиковать подключенное сельское хозяйство, фермер должен иметь экосистему IoT в поле, в сельскохозяйственном оборудовании, в облаке и в офисе, что позволяет получить 360-градусный обзор всего сельскохозяйственного цикла.

Эта концепция тесно связана с IoT в сельском хозяйстве, предполагающим сбор данных с помощью устройств с датчиками. Например, устройства могут определять влажность по-

чвы, поэтому фермеры могут решить, следует ли орошать, или разрешить пользователям проверять уровень азота в почве, чтобы рабочие могли решить, добавлять ли больше удобрений. Технологии также позволяют делать снимки посевов с дронов, чтобы решить, использовать ли пестициды.

Есть четыре фазы связанного сельского хозяйства:

Сбор данных. На этом этапе данные собирают несколько сенсорных устройств, установленных на дронах, оборудовании и в полях. Например, дрон может делать снимки для сбора информации о здоровье сельскохозяйственных культур и состоянии почвы, наносить на карту поля и эффективно ими управлять.

Передача данных. На этом этапе разрозненные системы из разных устройств IoT отправляют данные в облако, платформу или приложение для дальнейшего хранения и обработки. Возможность подключения является жизненно важным элементом в подключенном сельском хозяйстве, и методы отправки информации с поля в облако или приложение различаются от Wi-Fi и мобильных сетей до спутников.

Хранилище данных. Чтобы данные можно было анализировать, их нужно где-то хранить. Что касается решений, некоторые предлагают частные, общедоступные или гибридные серверы или, чаще всего, облачное хранилище [13].

Обработка данных. Анализ собранных и накопленных больших данных с помощью алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта для получения действенной информации, которая поможет фермерам принимать решения, например, в управлении урожаем или урожайности. Этот этап обычно происходит на платформах для конкретных технологий или в программных приложениях, развернутых в рамках конкретной настройки подключенной фермы [9, 10].

Текущее состояние IoT в АПК России

Более перспективным методом продаж в отношениях между сельскохозяйственными производителями и участниками цепочки поставок является модель прямых продаж. Благо-

даря ей производители могут видеть конечных потребителей и узнать структуру спроса на тот или иной товар. Из-за использования моделей прогнозной аналитики возможно производить именно то, что необходимо потребителю, а контроль над поставками продовольствия осуществляется на методах автоматического обмена информацией между участниками сбытовой цепочки и минимального использования складской и логистической инфраструктуры оптовых посредников.

Внедрение модели прямых продаж взаимоотношений в цепочке добавленной стоимости на сельхозпроизводство (рис. 4), основанной на технологии IoT и сквозной автоматизированной производственной системе, позволит:

Уменьшить цены на основное продовольствие в Российской Федерации примерно вдвое и улучшение их качества из-за реализации модели прямых поставок.

Исходя из этого, рынок продовольственных и сельскохозяйственных товаров может вырасти в полтора раза.

Резко увеличить автоматизацию основных производственных процессов в сельском хозяйстве, в том числе малых, благодаря чему увеличится потребление цифровых технологий сельскохозяйственными предприятиями.

Для решения проблем повышения производительности труда в сельском хозяйстве в 3-5 раз в рамках моделей на основе IoT потребуются:

Повысить использование минеральных удобрений в 9 раз.

Сформировать квалифицированные рабочие места в сельской местности с хорошими зарплатами (из-за 1 такого рабочего места возможно создать еще 10-15 мест).

Значительно повысить уровень механизации основных видов деятельности в сельском хозяйстве, что создаст рынок аренды механизированной техники и дополнительный спрос на сельскохозяйственные тракторы в России.

Для фермерского хозяйства можно выделить различные виды инвестиций в технологии, например:

1. Инвестиции в повышение эффективности (программное обеспечение / роботизированные системы, компьютерное оборудование,

Рис. 4. Цепочка добавленной стоимости на сельхозпроизводство

сенсоры, высокоточный GPS и т.д.). Их неизменно предлагают известные производители оборудования, которые вложили значительные средства в технологии и, как правило, конкурируют на мировых рынках.

2. Вложение в сервисы, предоставляющие полезную информацию (повторное зондирование, облачные модели принятия решений и т.д.). Данные сервисы предлагают самые разные компании – от глобальных корпораций до небольших технологических компаний.

3. Инвестиции в знания в сельскохозяйственной области, которые включают в себя разработку эффективных методик для определенной фермы, стада или среды выращивания (кормление животных, рационализирован-

ный посев, борьба с вредителями и т.д.). Такого типа инвестиции включают сбор данных об инвестициях, обсуждаемых в пунктах (1) и (2), которые анализируются для выработки конкретных рекомендаций для хозяйства. Эти передовые инвестиции делаются на местном уровне консультантами, которые работают в партнерстве с руководителями хозяйств [11].

Цифровые услуги, такие как дистанционное зондирование и модели принятия решений, представляют собой хорошо расширяемые технологии, обычно не предполагающие предварительные финансовые или интеллектуальные вложения со стороны владельцев или менеджеров ферм, но оплачиваемые на постоянной основе по мере поступления. Тем не менее,

для эффективной оцифровки по-прежнему требуется база знаний для конкретных хозяйств, которая включает в себя большую приверженность инвестициям в технологии и аналитику, а для этого требуются как фермеры с хорошим образованием, так и консультанты, обученные цифровому сельскому хозяйству. Цифровое сельское хозяйство, согласно мировому рейтингу положительного воздействия глобальных технологий, занимает лидирующее место в мире. Таким образом, оценочная стоимость глобального рынка смарт-продовольствия на 2022 год составит впечатляющую сумму.

Сокращение пищевых отходов в управлении поставками

Решения IoT для управления цепочкой поставок используют датчики, размещаемые на поддонах во время сбора урожая, для отслеживания времени и температуры – двух наиболее важных параметров для измерения свежести продуктов. Когда такие данные доступны на каждом этапе пути продукта от фермы до супермаркета, ИИ может анализировать и рассчитывать оптимальные сроки доставки каждого поддона. Например, управляющий складом может отдать приоритет охлаждению конкретного поддона, подверженного риску, или даже перенаправить свои товары в местный магазин, а не отправлять их по всей стране.

Australian Consolidated Milk использует датчики для отслеживания температуры при транспортировке молока. Чтобы дать вам представление о потенциальной экономии, скажем, что испорченный танкер с молоком означает потерю в 10000 долларов, а также негативное воздействие на окружающую среду. Компания Kagome создала IoT-решение для сельского хозяйства, которое ежедневно отслеживает доставку 180 тонн помидоров. Помидоры – это скоропортящийся продукт. Всего за первый сезон это программное обеспечение окупилось в пять раз за счет [12].

Дроны и мониторинг урожая

Сельскохозяйственные дроны значительно повышают эффективность систем точного земледелия, обеспечивая мониторинг полей и своевременный анализ урожая. Такой подход по-

зволяет получать точные данные о состоянии сельскохозяйственных культур на всем поле в режиме реального времени. Благодаря данному подходу можно избежать принятия решений о том, как обрабатывать поля, на основе предположений и догадок. Они позволяют точно определить площадь поражения и при необходимости отредактировать его по точкам.

Стоимость дронов за последние годы значительно снизилась, а их надежность и функциональность резко возросли – это сделало их чрезвычайно прибыльной покупкой для фермеров. Ожидается, что в будущем спрос на дроны в сельском хозяйстве сильно увеличится. Их можно использовать следующими способами:

- Исследование и анализ полей и сельскохозяйственных культур.
- Детальный анализ полей, выявление сорняков и обработка конкретных участков.
- Анализ состояния посевов.
- Наблюдение за животными.

Они могут быть оснащены системами GPS, системой автоматического планирования полетов, инфракрасной камерой. С помощью специального программного обеспечения можно получать данные в режиме реального времени и сразу принимать управленческие решения.

Дроны предоставляют фермерам множество данных о своих полях, которые используются для увеличения урожайности и прибыли. Данные собирают информацию о качестве почвы, уровнях питательных веществ, здоровье растений, а также степени поражения грибками и других заболеваний.

В агропромышленном комплексе активно используются высокотехнологичные инструменты: курсовые указатели, системы контроля расхода рабочих жидкостей, агро-навигационные комплексы. Сельскохозяйственные дроны – это следующий этап в развитии систем управления сельским хозяйством [12]. Беспилотные летательные аппараты (рис. 5) оснащены различным количеством пропеллеров, что позволяет вести точную съемку местности, исследовать небольшой участок местности, выполнять трехмерное моделирование и опрыскивание. У них простая конструкция, просто-

та обслуживания, надежность и стабильность полета. Минусы: ограниченное время, малая скорость и радиус полета.

Летающее крыло (самолетного типа) – наиболее подходящий вариант для наблюдения за большими полями. Этот дрон обладает высокими аэродинамическими характеристиками, что позволяет значительно снизить энергопотребление и увеличить время полета. Однако в силу конструктивных особенностей дрон не может зависнуть над определенной территорией и должен все время двигаться. Дроны такого типа оснащаются электрическим или бензиновым двигателем [13].

Назначение дронов в сельском хозяйстве:

1. Почвенно-полевой анализ.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) предоставляют данные о качестве и состоянии почвы. Они отображают почвы в 3D. Это помогает диагностировать проблемы с питательными веществами и составом почвы, выявляя мертвые зоны.

С помощью карт можно определить наиболее эффективные режимы ухода за почвой, посадки и выращивания. Постоянный мониторинг в поле обеспечивает рациональное использование воды и контроль содержания питательных веществ в почве.

2. Посадка культур.

С недавних пор производители дронов начали осваивать не только наблюдение и обра-

ботку полей, но и посадку семян. Этот метод появился совсем недавно и все еще дорабатывается. Используя специально запрограммированные БПЛА, компании экспериментируют с посевом семян и исследуют стоимость и эффективность этого метода. Для посадки семян используется небольшое устройство, которое может поднять 25 кг семян, гербицидов или удобрений. Это позволяет сократить время, которое вы лично тратите на посадку растений. Эта технология применима ко многим типам хозяйств и снижает затраты на рабочую силу и топливо.

3. Опрыскивание полей.

Чтобы обеспечить хороший урожай, необходимо постоянно удобрять и опрыскивать поля. На данный момент обработка осуществляется с помощью транспортных средств, которые дороги в обслуживании и потребляют много топлива. Использование дронов для опрыскивания намного безопаснее и экономичнее. Дроны могут работать автономно и быть запрограммированы на полет по расписанию и определенному маршруту.

4. Орошение.

Орошение – достаточно сложный процесс. Иригационные сооружения могут растягиваться на многие километры. С помощью дронов, оснащенных тепловизионными камерами, можно выявить проблемы с поливом, где будет избыток, а где недостаток влаги. Собирая ин-

Рис. 5. Коптерный беспилотник для контроля за посевами

формацию об оросительной системе, можно использовать наиболее эффективные схемы посадки сельскохозяйственных культур, улучшить отвод воды и избежать застоя и скопления воды.

5. Мониторинг полей.

Простота, скорость и эффективность – основные преимущества дронов, предназначенных для полного анализа сельскохозяйственных культур. Можно использовать фотографии с самолетов, вертолетов или спутников, но это очень дорого, и никто не гарантирует хорошее качество фотографий. Однако с помощью дрона реально следить за полем в любое время, если позволяет погода. Снимки можно делать в реальном времени и вести хронологию жизни поля, показывая рост растений. Используя датчики, которые создают изображения в ближнем инфракрасном диапазоне (NIR), о здоровье урожая можно судить по поглощению света, что позволяет провести всестороннюю оценку состояния фермы.

Подводя итог, хочется отметить, что в данной статье затронуты основные проблемы сельского хозяйства и проанализированы возможности, предоставляемые технологией IoT для решения проблем, таких, например, как урожай зерна, потеря продукции из-за несвоевременного ухода или предоставления в точку доставки – проблемы, которые на самом деле влекут за собой серьезные финансовые проблемы.

Отмечена важность развития инновационных технологий в области сетей связи и важность необходимости интегрирования всех систем в единое целое для более эффективной по результативности автоматизации. Описаны методы внедрения IoT в сельское хозяйство и эффективность таких последствий. Проведен анализ основных проблем, которые могут иметь существенное влияние на внедрение данной технологии в агропромышленных комплексах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранова Н.А., Баранов А.Е. Теоретические основы построения и функционирования воспитательного пространства вуза: монография. Тверь: ООО «ИПФ «Виарт», 2008. 132 с.
2. Хащумов И. У., Хаджиев М. Р., Мальцагов Х. Х. Информационная безопасность и уязвимость // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2020. №2. С. 15-21.
3. Кранц Мачей. Интернет вещей. Новая технологическая революция. 2018. 67 с.
4. Сэмюэль Грингард. Интернет вещей: Будущее уже здесь. 2015. 113 с.
5. Амита Канур. Практический искусственный интеллект для Интернета вещей: Экспертное машинное обучение и методы глубокого обучения для разработки более интеллектуальных систем интернета вещей. 2019. 218 с.
6. Тимоти Чоу. Принципы, решения и методы для Интернета вещей. 2016. 268 с.
7. Перри Ли. Архитектура Интернета вещей. 2019. 151 с.
8. Сурья Нараян, Кумар Паттнаик. Приложения IoT и WSN для развития современного сельского хозяйства: новые исследования и возможности. 2019. 82 с.; Кумар Паттнаик. Интернет вещей и аналитика для сельского хозяйства. 2019. 56 с.
9. Аджит Абрахам, Суджата Даш, Джоэл Дж. П. К. Родригес, Субхенду К. Пани. Интеллектуальное сельское хозяйство на основе искусственного интеллекта, Edge и Интернета вещей. 2020. 422 с.
10. Ян Холлер, Дэвид Бойл, Кэтрин Маллиган. Интернет вещей. 2 изд. 2018. 347 с.
11. Кастриньяно А., Габриэль Буттафуоко, Оливер Науд, Абдул Муазен. Сельскохозяйственный Интернет вещей и поддержка принятия решений для точного интеллектуального земледелия. 1 изд. 2020. 311 с.
12. Кычкин А. В., Артемов С. А., Белоногов А. В. Распределенная система энергомониторинга реального времени на основе IoT // Датчики и системы. 2017.
13. Финогеев А. А., Финогеев А. Г., Нефедова И. С. Технология конвергентной обработки данных в защищенной сети системы мониторинга // Фундаментальные исследования. 2015.

THE CONCEPT OF IOT SYSTEMS FOR AGRICULTURAL SERVICES WITH A HIGH DEGREE OF AUTONOMY

© L. K. Khadzhieva, M. R. Khadzhiev, A. T. Israhimova
GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The article examines the issues related to the use of the latest IOT technology in agriculture, shows the main role of the Internet of Things in agriculture, which is to control all important information thanks to the equipment equipped with the latest advanced technologies. It also analyzed the possibilities of introducing IOT technology in the agricultural industry, thanks to which it is possible to easily track the necessary data, such as moisture, soil quality, air temperature, and also shows the possibilities that arise due to the use of remote sensors. The purpose of using the technology is its need for increasing yields and planning a more efficient irrigation system and making forecasts. The necessity of the Internet of Things technology in the study of biologists, for the influence of genomes and microclimate on the degree of productivity, for a possible increase in the quality and productivity of products is described. There is a description of questions regarding environmental issues.

Keywords: IOT, efficiency, physical device, technology, development, GSM, object, experience.

REFERENCES

1. Baranova, N. A. and Baranov, A. E. (2008) *Teoreticheskie osnovy postroeniya i funktsionirovaniya vospitatel'nogo prostranstva vuza: monografiya*. [Theoretical foundations of the construction and functioning of the educational space of the university: monograph]. OOO IPF Viart, Tver, 132 p.
2. Khashumov, I. U., Khadzhiev, M. R. and Maltsagov, H. Kh. (2020) 'Informatsionnaya bezopasnost' i uyazvimost'. *Zhurnal «Vestnik GGNTU. Tekhnicheskie nauki»* [Information security and vulnerability. Journal "Herald of GSTOU. Engineering Science"], №2, pp. 15-21.
3. Krantz, Maciej. (2018) *Internet veshchei. Novaya tekhnologicheskaya revolyutsiya* [Internet of Things. New technological revolution], 67 p.
4. Samuel, Gringard. (2015) *Internet veshchei: Budushchee uzhe zdes*. [Internet of Things: The future is here], 113 p.
5. Amita, Kapoor. (2019) *Prakticheskii iskusstvennyi intellekt dlya Interneta veshchei: Ekspertnoe mashinnoe obucheniye i metody glubokogo obucheniya dlya razrabotki bolee intellektual'nykh sistem interneta veshchei* [Practical artificial Intelligence for the IoT: Expert Machine Learning and Deep Learning Techniques to Design Smarter IoT Systems], 218 p.
6. (2016) Timothy Chow. *Principles, solutions and techniques for the Internet of Things*, 268 p.
7. Perry, Lee (2019) *Architecture of the Internet of Things*. 151 p.
8. Surya, Narayan and Kumar, P. Pattnaik (2019) *Prilozheniya IoT i WSN dlya razvitiya sovremennogo sel'skogo khozyaistva: novye issledovaniya i vozmozhnosti*. [IoT and WSN Applications for the development of modern agriculture: New research and opportunities]. 82 p. Kumar Pattnaik. *Internet veshchei i analitika dlya sel'skogo khozyaistva*. [Kumar Pattnaik. IoT and analytics for agriculture], 56 p.
9. Ajit, Abraham, Sujata Dash, Joel J. P. K. Rodriguez and Subhendu K. Pani. (2020) *Intellektual'noe sel'skoe khozyaistvo na osnove iskusstvennogo intellekta, Edge i Internetf veshchei*. [Intelligent farming powered by artificial intelligence, Edge and the Internet of Things]. 422 p.
10. Ian, Holler, David, Boyle and Catherine, Mulligan. (2018) *Internet of Things*. 2nd ed., 347 p.

11. Castrignano, A., Gabriel, Buttafuoko, Oliver, Naud and Abdul Muazin. (2020) *Agricultural IoT and Decision Support for Precision Smart Farming*. 1 ed., 311 p.
12. Kychkin, A. V., Artemov, S. A. and Belonogov, A. V. (2017) 'Распределенная система энергомониторинга real'nogo vremeni na osnove IoT'. *Datchiki i sistemy* [Distributed real-time energy monitoring system based on IoT. Sensors and systems].
13. Finogeev A.A., Finogeev, A. G. and Nefedova I.S. (2015) 'Tekhnologiya kongvergentnoi obrabotki dannykh v zashchishchennoi seti sistemy monitoring'. *Fundamentalnye issledovaniya*. [Technology of convergent data processing in a secure network of the monitoring system Fundamental research].