

В.И. Гриценко, Л.А. Тимашова

Интернет Вещей в структуре умного предприятия

Рассмотрены вопросы, связанные с применением технологий Интернета Вещей на промышленных предприятиях, основы их использования, примеры эффективности реализации и определяющая роль платформы Интернета Вещей. Именно она обеспечивает сбор и анализ данных, что является ключевым моментом в современной автоматизации промышленной сферы. Раскрыты особенности зарождения и развития концепции «Интернет Вещей» на современном этапе становления инновационной экономики в Украине и мире.

Розглянуто питання, пов'язані з застосуванням технологій Інтернету Речей на промислових підприємствах, підстави їх використання, приклади ефективності реалізації та визначальна роль платформи Інтернету Речей. Саме вона забезпечує збір та аналіз даних, що є ключовим моментом у сучасній автоматизації промислової сфери. Розкрито особливості зародження і розвитку концепції «Інтернет Речей» на сучасному етапі становлення інноваційної економіки в Україні та світі.

Введение. В информационную эпоху развитие экономики привело к формированию общего динамично развивающегося рынка, в котором практически исключается стабильность. Следует полагать, эти обстоятельства, в основном, и явились главным толчком к появлению умных предприятий (УП), которые в большей или меньшей степени соответствуют условиям постиндустриальной экономики. Как известно, классическая трактовка понятия *предприятие* определяет его базовым элементом, обеспечивающим производство преобладающей массы товаров и услуг, выполнения научно-исследовательской, коммерческой и других видов деятельности.

Перспективным направлением развития УП является полностью автоматизированная система мониторинга работы устройств и людей в режиме реального времени, важнейшей характеристикой которой есть мобильность, возможность доступа к нужной информации в любое время, в любом месте и с любых устройств. В такой системе, кроме повсеместного использования миниатюрных мобильных устройств, беспроводных сетей, спутниковой навигации, облачных вычислений, хранилищ информации, электронной среды, создающей образ окружающих объектов и процессов, в том числе с помощью Интернета вещей (ИВ), элементы которого устанавливаются повсюду на территории предприятия, что позволяет собирать повсеместно различную информацию о том, что происходит с процессами производства [1, 7].

Интернет вещей – это безусловно новое направление в традиционной области сбора, обработки и передачи данных. Для концепции умного предприятия ИВ – это идеальная информационная технология самоорганизующейся сети инфраструктурного типа, связанная с интеллектуализацией УП, как объекта управления [2].

Взгляд из прошлого на будущие технологии: «В будущем радио будет преобразовано в «большой мозг», все вещи станут частью единого целого, а инструменты, благодаря которым это станет возможным, будут легко помещаться в кармане» Никола Тесла, 1926 год, интервью для журнала «*Collier's*».

История Интернета Вещей:

- в 1990 г. выпускник *MIT*, один из отцов протокола *TCP/IP*, Джон Ромки создал первую в мире Интернет-вещь. Он подключил к сети свой тостер;

- термин предложен в 1999 г. Кэвином Эштоном в ходе презентации *RFID* Технологий для руководства *Procter&Gamble* (Лаборатория «*Auto-ID Center*» ныне «*Auto-ID Labs*», базирующейся в Массачусетском Технологическом Институте). ИВ позволит осуществлять мониторинг практически любого объекта, отслеживать и управлять им, а также включать информацию об этих объектах в общую *цифровую вселенную*.

Таким образом, *главная идея Интернета вещей* заключается не в том, что все окружающие нас предметы будут связаны глобальной

Сетью, а в том, что все они получают идентификационные номера – уникальный электронный объект, зная который, можно проследить, что происходит с каждым предметом.

Процессы цифровой трансформации и оцифровывание экономики, появление интеллектуальных информационных технологий, теории интеллектуального управления объективно предопределило развитие УП.

В современных системах корпоративной автоматизации управления производством возникает необходимость доставки нужной информации любым сотрудникам в нужное время. Необходимы такие технологии, благодаря которым информация из систем нижнего уровня станет доступной на любом уровне, включая высший, в том числе и в том же темпе, в котором информация генерируется системами АСУ ТП.

Для производственного УП основным процессом, на котором держится бизнес, является создание и выпуск продукции – источника ее добавленной стоимости, и от эффективности организации производственных процессов зависит в конечном счете себестоимость продукции, а значит, ее рыночная конкурентоспособность. Все остальные процессы на производственном предприятии – закупки, маркетинг, финансово-учетные, управления персоналом и складской деятельностью – вспомогательны.

Автоматизированная система управления нижним уровнем, будучи отправной платформой современных интеллектуальных информационных систем предприятий, существенно влияет на все бизнес-процессы. Крайне важным для принятия обоснованных решений руководству необходимо иметь информацию о всех бизнес-процессах. Именно поэтому создание единого информационного пространства предприятия на основе интеграции аналитических систем, ERP-систем, АСУ ТП – актуально.

Так, функционирование больших производств с непрерывным циклом, таких, как нефтеперегонные, нефтехимические заводы, электростанции и энергосберегающие комплексы требуют создания систем, которые смогут реализовывать и контролировать весь путь обработки данных реального времени от контрол-

лера к виртуальной приборной панели (*dashboard*), формируемой на экране высшего руководителя. Для создания такого пути, по которому впоследствии будет беспрепятственно двигаться информация, необходимо разработать методологию и приложения сбора и обработки корпоративных данных реального времени в оперативном режиме, т.е. технологию связи между уровнем корпоративного управления и системами нижнего уровня (АСУ ТП), способных взять на себя как обработку данных, так и их визуализацию и распространение. И синхронизировать все эти стадии с примерно одинаковыми временными параметрами, сравнимыми с динамикой работы систем АСУ ТП и самих производственных процессов.

Системы АСУ ТП, которые зачастую являются распределенными, характеризуются в настоящее время тенденцией модернизации при условии неизменности основных средств производства: линий, машин и механизмов. Модернизация должна заменить преимущественно иерархически выстроенные направления промышленного управления и взаимодействия горизонтальными, обеспечивающими возможность совместного действия. В области промышленной коммуникации жесткие, основанные на подчинении способы организации замедляют динамику развития предприятия, поэтому организационный стиль становится распределенным, горизонтальным, сетевым. Качество производства должно меняться в результате модернизации АСУ ТП с применением беспроводных технологий.

Мировая промышленность стоит на **пороге четвертой промышленной революции**, с которой связывают возможности кардинальной модернизации производства и экономики, а также такие явления, как цифровое производство, экономика *совместного использования* (*shared economy*), коллективное потребление, модель облачных вычислений, распределенные сети, сете-центрическая модель управления, децентрализация управления и др. Технологической основой для перехода к новой экономической парадигме становится ИВ.

Интернет Вещей (*Internet of Things*) – система объединенных компьютерных сетей и подключенных физических объектов (Вещей) со встроенными датчиками и ПО для сбора и обмена данными с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме без участия человека.

Интернет Вещей для производственного применения – система объединенных компьютерных сетей и подключенных промышленных (производственных) объектов со встроенными датчиками и ПО для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме без участия человека [8].

Внедрение сетевого взаимодействия между машинами, оборудованием, зданиями и информационными системами, возможность осуществлять мониторинг и анализ окружающей среды, процесса производства и собственного состояния в режиме реального времени, передача функции управления и принятия решений интеллектуальным системам приводят к смене «парадигмы» технологического развития, называемой также IV промышленной революцией (Индустрия 4.0). Это переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за пределы одного предприятия, с перспективой объединения в глобальную промышленную сеть вещей и услуг.

С ростом количества подключенных устройств, внедрением облачных сервисов и бизнес-приложений стало возможным объединять в единую коммуникационную сеть оборудование, информационные системы и системы управления.

Возможности Интернета вещей в области генерирования, сбора, передачи, анализа и распределения огромного объема данных позволяют в конечном счете получить новые знания.

Основная часть

УП – это гибкая система автоматизации с распределенным интеллектом промышленной автоматизации, обуславливающее в комплексе

эффективное функционирование и жизнеобеспечение предприятия [1].

Особенность УП, его преимущества перед технологиями предыдущего поколения – умение автоматически распознавать образы конкретных производственных, экономических, финансовых ситуаций, возникающих на предприятии, и реагировать на них оптимально посредством связанных высокотехнологических устройств, имеющих, как правило, выход в компьютерную глобальную распределенную сеть общего пользования. УП разрешает программным приложениям действовать в зависимости от *образа* производственного процесса. Под *образом* понимается любая информация, которая может быть использована для описания ситуации, в которой находится рассматриваемый объект. Объектами являются предметы реального мира, когда необходимо соотносить виртуально протекающие процессы с реальными объектами, имеющими физические характеристики (в том числе положение в пространстве). Многофункциональные средства и беспроводные коммуникации УП позволяют собирать больше информации об объектах реального мира и создать более точный образ объекта. В свою очередь вызываемые реально произошедшими событиями автоматические сбор и распределение информации, знаний и задач между всеми рабочими местами обуславливают становление идеи УП.

Концептуально такая система обязана и способна в режиме реального времени распознать конкретные ситуации, происходящие на предприятии, и соответствующим образом на них отреагировать; например, одна из систем сможет управлять поведением других по заранее выработанным алгоритмам.

Датчики и другие компоненты, поддерживающие ИВ, установленные на УП, могут работать автономно для преобразования производства в промышленности в состояние с минимальным вмешательством человека. Такие датчики способны обнаруживать неисправности на основе собранных ими данных, и, независимо от человека, позволяют принять решение о прекращении работы неисправного оборудования.

Интернет Вещей повышает уровень промышленной автоматизации на современных предприятиях благодаря более высокой точности и возможностям новых типов измерений.

Предприятия могут в полной мере воспользоваться доступностью и надежностью электронных и теле-коммуникационных технологий: повышением скорости сети, объемом памяти, дешевыми коммерческими датчиками и другими аппаратными средствами, наряду с хорошо зарекомендовавшими себя облачными платформами. Это дает новые идеи и уровни контроля производственных площадок и их рационального использования.

Промышленные сети автоматизации с использованием технологий ИВ, должны не только собирать данные, но и передавать их либо в облако, либо во внутренний центр обработки данных.

Еще одна причина для производителей внедрять ИВ – это вопрос об устаревании оборудования и систем промышленной автоматизации. Обновив свои системы с помощью приложений ИВ, можно расширить их функциональные возможности, увеличить срок службы и заметно повысить их эффективность. Убывающие затраты на пропускную способность систем передачи и хранения информации означают, что компании теперь могут хранить большие и сверхбольшие данные при достаточно низкой стоимости.

Технологии ИВ позволяют датчикам, ответственным за мониторинг рабочего оборудования и отправки данных в облачные системы хранения запускать или останавливать эксплуатацию машин и механизмов независимо, при необходимости. Например, датчик на машине или механизме, обнаруживающий вибрацию, выполняет передачу данных о ней в облако для обработки. Или, если в процессе производства температура повышается на фиксированной площади сверх определенного предела, датчики фиксируют это, что вызовет немедленное отключение систем, порождающих повышение температур, если по технике безопасности пересечение этого порога опасно.

Роль органов чувств в инженерных системах выполняют датчики различных физических величин от простейших контактных до интеллектуальных. Чем больше датчиков, тем больше информации и тем она полнее, а это значит, что существенно повышается качество управления. По оценкам, сбор и обмен данными в реальном времени о различных аспектах производственных процессов приведет в ближайшие годы к многократному увеличению информационных потоков между датчиками, управляющими контроллерами и системой диспетчерского управления.

Однако эти обстоятельства накладывают ограничения на понятное стремление проектировщика увеличить число датчиков в ключевых местах сооружения и элементах инженерных и производственных систем. Часто это невозможно из-за необходимости повышения пропускной способности кабельных каналов. В некоторой степени эта проблема решается, если используются автономный источник питания и последовательные шины, но это не избавляет проектировщика от всех проблем, а заказчика от необходимости планировать затраты на монтаж кабельной инфраструктуры [3, 4].

Возможность отказа от проводных сетей, которую предоставляет ИВ, изменяет принципы проектирования систем автоматизации. Использование кабельных сетей, которые могут разрушаться, например под влиянием агрессивных сред, наблюдаемых в производственной среде. Повторная прокладка трудоемка, требующая больших затрат.

Отказ от проводных технологий передачи данных гарантирует быстроту и легкость развертывания, реструктуризации и масштабируемости сетей, мобильность, сокращение расходов на прокладку кабелей связи [5, 6]. Применение беспроводных технологий позволяет развертывать сети передачи данных в местах, не предполагающих проведения кабельных работ, по технологическим или другим причинам.

Естественно, полный отказ или сокращение числа кабельных линий значительно снижают временные и финансовые издержки на этапах проектирования, развертывания и эксплуатации систем.

Технологии, построенные с использованием ИВ, порождают новые, ранее не доступные данные, существенные для эффективности интеграции и бизнес-процессов предприятия, и, в частности, получения в реальном масштабе времени точных данных для систем уровня предприятия, таких как *CRM*, *ERP* или хранилища данных. Кроме того, они могут обеспечить интеграцию с системами гарантий качества или управления жизненным циклом изделия, что может способствовать улучшению характеристики продукта на основе реальных данных, которые показывают модели использования.

Измерение критических точек через данные об устройстве позволяет извещать сервисные службы при риске отказа. Это оптимизирует критические бизнес-процессы, сокращает время обработки вызовов обслуживания, гарантийные претензии и пр.

Технологии ИВ позволяют реализовывать технологии отслеживания многообразия продуктов – сырья, материалов, готовых изделий, деталей и др. Датчики могут быть использованы для получения обновлений в режиме реального времени, позволяя компаниям оптимизировать логистику, чтобы упростить и ускорить этот процесс и сократить нежелательные расходы. Отслеживание продуктов в режиме реального времени позволяет УП поддерживать качество готовой продукции, необходимый уровень запасов, эффективно планировать сбыт продукции и работу с клиентами. Использование *RFID*-меток предоставляет возможность иметь информацию о точном месторасположении материалов, что позволяет начать производство сразу по прибытии материалов в нужное место, без потерь времени. Отслеживание продуктов и компонент в режиме реального времени не только повышает эффективность, но и позволяет сэкономить время и затраты.

ИВ позволяет прогнозировать события в жизненном цикле устройств, технического обслуживания механизмов и их частей путем анализа исторических данных. Анализ связанных данных о продукте может раскрыть модели событий, которые являются ранними индикаторами сбоев. Вместо того, чтобы выполнять профилак-

тическое обслуживание на календарной основе, когда оно может быть ненужным, можно отслеживать точно, какой ресурс использования еще есть и когда пришло время для обслуживания, тем самым устраняя ненужное профилактическое обслуживание, вызовы и преждевременные ремонты. В УП профилактическое техническое обслуживание исключает простои, повышает безотказность, минимизирует прерывания в работе с клиентами.

Частью любого производства является логистика, которая посредством технологий ИВ может использовать, например, динамическое планирование логистических маршрутов. Производственные подразделения могут применять *GPS/ГЛОНАСС*-системы слежения за автотранспортными средствами для сбора точных данных о месторасположении средств его доставки в режиме реального времени. Эти данные собираются централизованно и могут быть проанализированы для оптимизации маршрутов, предлагая лучший или альтернативный. Различные факторы – дорожная ситуация и состояние дороги могут быть приняты во внимание, прежде чем предлагать другой маршрут, чтобы обеспечить быструю доставку груза. Кроме того, учитывается ситуация с дорожным движением и предлагаются новые маршруты для экономии времени и топлива.

Технологий ИВ позволяют сократить внутренние издержки по экономии и учету потребления энергии. Компоненты ИВ используются, чтобы выяснить количество энергии или топлива, использованного определенной машиной или оборудованием, а собранные данные проанализировать, укладываются ли они в нормативные границы, и принять меры.

ИВ совершенствует систему гарантии производителя, включая в эти процессы обратную связь, систему затрат и гарантийное обслуживание, идентифицируя, является ли неисправность неисправностью производства или она связана с использованием продукта.

Технологии, построенные с использованием ИВ, порождают новые, ранее не доступные данные, имеющие ощутимое значение для эффективности интеграции данных и бизнес-процес-

сов производственной организации, и, в частности, производственных единиц, которые внедрили связанные вещи – активы – объекты и могут реализовать преимущества от технологий ИВ, получая в реальном масштабе времени точные данные для систем уровня предприятия, таких как *CRM*, *ERP* или хранилища данных. Последние, получаемые технологиями ИВ от подключенных активов, в сотрудничестве с другими корпоративными системами, могут обеспечить видимую и наблюдаемую автоматизацию в масштабе всей организации. Технологии ИВ могут дать оценку интеграции с системами гарантий качества или управления жизненным циклом изделия, что позволяет улучшить характеристики продукта на основе реальных данных, совершенствовать модели использования или решения проблем с оборудованием, осуществить рациональное выполнение тестовых и экспериментальных программ.

Технология ИВ совершенствует управление различными производственными линиями, предприятием. Компоненты и процессы систем на базе ИВ и участие в этом производственных единиц для мониторинга критических процессов могут включать в себя: датчики температуры (производственного процесса); датчики выбросов углерода (процесс производства, выбросы в окружающую среду); датчики влажности (хранение, складские условия); датчики шума (условия труда работников, соблюдение правил охраны труда); датчики вибрации (мониторинг машин и компонент); теги и метки оборудования (процесс производства, контроль за машинами и компонентами); датчики движения (управление ресурсами, безопасность работников).

Такой подход позволяет реализовать в виртуальном пространстве сколь угодно сложные сквозные бизнес-процессы, способные в автоматическом режиме осуществлять оптимизационное управление (сквозной инжиниринг) различного рода ресурсами через всю цепочку поставок и создания стоимости продукции – от разработки идеи, дизайна, проектирования до производства, эксплуатации и утилизации. Для реализации такого подхода требуется, чтобы вся необходимая информация о фактическом со-

стоянии ресурсов (сырье и материалы, электроэнергия, станки и промышленное оборудование, транспортные средства, производство, маркетинг, продажи) как внутри одного, так и на разных предприятиях, была доступна автоматизированным системам управления разных уровней (приводы и сенсоры, контроль, управление производством, реализацией и планированием).

Место ИВ в структуре УП показано на рис.



Таким образом, можно сказать, что Индустриальный ИВ представляет собой сложную организационно-технологическую трансформацию производства, основанную на принципах *цифровой экономики*, позволяющую на уровне управления объединять реальные производственные, транспортные, человеческие, инженерные и иные ресурсы в практически неограниченные масштабируемые программно-управляемые виртуальные группы ресурсов и предоставлять пользователю не собственно устройства, а результаты их использования (функции устройств) при реализации сквозных производственных и бизнес-процессов.

В части технологий управления и обработки информации эти изменения состоят в реализации программной логики АСУ как взаимодействующих между собой облачных сервисов (*облако управления, платформа ИВ*) и в переходе от жестко иерархически выстроенных информационно изолированных АСУ, где устройства (объекты контроля и управления) подключаются только в низовые АСУ – АСУ тех-

нологическими процессами (АСУ ТП), на непосредственное, без участия человека и промежуточных АСУ, подключение объектов управления в *облако управления*, исполняющее весь необходимый функционал (программные алгоритмы обработки данных и управления) как низовых систем управления, так и систем управления уровня предприятия, т.е. *облако управления* одновременно выполняет функции универсального средства интеграции и функции исполнения сколь угодно сложных и разнообразных алгоритмов управления.

При использовании механизма открытых прикладных интерфейсов программирования (*Application Programming Interface – API*) реализуется возможность подключения к *облаку управления* любых устройств и любых АСУ без необходимости внесения изменений в подключаемые устройства и системы, и возможность реализации логики обработки поставляемых в *облако управления* данных с применением готовых шаблонов и, при их отсутствии, с использованием встроенных средств разработки программных приложений.

Эффект Больших Данных, накапливаемых в платформах ИВ, и применение технологий машинного обучения позволяют автоматизировать процессы совершенствования программно исполняемых *облаком управления* алгоритмов. Оптимизировать алгоритмы управления по мере накопления исторических данных, поступающих от широкой номенклатуры устройств и АСУ, в принципе невозможно в информационно изолированных АСУ.

За количественным ростом Интернета Вещей и организационно-технологической трансформацией производства стоят значительные качественные изменения в экономике: данные, которые не были доступны; виртуализация производственных функций, сопровождаемая формированием *экономики совместного использования*; эффективностью и производительностью благодаря повышению использования имеющихся ресурсов, изменения функционала устройств без внесения изменений в физические объекты, путем изменения технологий управления ими; моделирование техно-

логических процессов, сквозное проектирование и, как результат, оптимизация цепочки создания стоимости на всех этапах жизненного цикла продукта в режиме реального времени, позволяют производить штучный или мелкосерийный продукт по минимальной цене для Заказчика и с прибылью для Производителя. Анализ данных о пользователе, его производственных объектах (машинах, зданиях, оборудовании) и характере потребления открывает возможности для поставщика услуги по улучшению клиентского опыта, созданию большего удобства пользования, лучшего решения и сокращению затрат клиента, что ведет к повышению удовлетворенности и лояльности от работы с данным поставщиком.

ИВ обеспечит в Промышленности:

- сокращение производственного цикла выпуска продукции;
- улучшение энергоэффективности и снижение эксплуатационных расходов;
- улучшение планирования и сокращение сроков подготовки производства;
- повышение времени бесперебойной работы оборудования и сокращение его простоев;
- рост качества выпускаемой продукции и снижение числа рекламаций.

В транспорте и логистике:

- снижение расходов топлива;
- уменьшение времени простоя транспортных средств;
- сокращение времени на проведение проверок технического состояния;
- снижение потребности в квалифицированном персонале диспетчеров.

Примером применения концепции ИВ в промышленности является проект компании *Harley Davidson* – производителя мотоциклов. Основной проблемой, с которой столкнулась компания, была медленная реакция на запросы потребителей в условиях возросшей конкуренции и ограниченная возможность кастомизации пяти выпускаемых моделей на стороне дилеров. За два года компания провела масштабную реконструкцию своих промышленных площадок, в результате чего была создана единая сборочная

площадка, выпускающая любой тип мотоцикла с возможностью кастомизации из более чем 1300 опций.

На протяжении всего производственного процесса используются датчики, управляемые системой класса *MES (SAP Connected Manufacturing)*. Каждый станок, каждая деталь имеет радиометку, которая однозначно идентифицирует изделие и его производственный цикл. Данные от датчиков передаются в платформу *SAP HANA Cloud for IoT*, выполняющую функцию интеграционной шины для сбора данных с датчиков и различных информационных систем как внутренних производственных и бизнес-систем компании *Harley Davidson*, так и информационных систем контрагентов компании и достигла существенных результатов: сокращение производственного цикла с 21 дня до шести часов (каждые 89 секунд с конвейера сходит мотоцикл, полностью настроенный под своего будущего владельца). Акционерная стоимость компании выросла более чем в семь раз. Кроме того, реализовано сквозное управление изделием на всем его жизненном цикле.

Примером внедрения промышленного ИВ является итальянская компания *Brexton* – производитель станков для обработки камня, которая развернула интеллектуальную систему, основанную на экосистеме *Microsoft*, в результате чего станки стало возможным подключать к удаленным серверам центра управления, где хранятся данные о производстве и инвентарная информация. Станки для резки и обработки камня управляются программируемыми логическими контроллерами (*PLC*), подключенными к *HMI* (человеко-машинный интерфейс). *HMI* с помощью *ASEM Ubiquity* подключается к *PLC* компании *Breton*. Оператор может выйти в сеть с помощью *HMI*, выбрать необходимую спецификацию, использовать сканер штрих-кодов для сканирования данных. Все данные, требуемые для производства конкретного образца, автоматически загружаются в *PLC*. Процесс не требует использования бумажных инструкций, ручных корректировок, ручного запуска станка.

Решение позволяет не только управлять и конфигурировать работу станков, но и осуще-

ствлять техподдержку в форме чата в режиме реального времени. *Breton* планирует значительно сократить расходы на поездки своих экспертов за счет удаленного обслуживания: 85 процентов клиентов компании находятся вне Италии. Объем экономии компания оценивает в 400 тыс. евро.

В выигрыше оказываются и клиенты. Так, тайваньская компания *Lido Stone Works* – производитель изделий из камня под заказ установила три станка компании *Breton* и перешла к автоматизированному производству. Решение связало подразделение дизайна с производственным цехом, в результате внедрения новой системы, *Lido Stone Works* получили следующие показатели: рост выручки на 70 процентов, производительности на 30 процентов.

Эту модель также называют «Виртуальное предприятие». Она строится на постулате о том, что в любой изолированной системе «эксклюзивное» использование ресурсов/устройств неэффективно, вне зависимости от того, насколько эти устройства/ресурсы технологически «продвинуты». И чем меньше такая изолированная система, тем менее эффективно используются в ней ресурсы вне зависимости от того, насколько они технологически совершенны.

Заключение. Технологии ИВ – перспективное направление крупной межотраслевой технической проблемы – интеллектуализации. Эффект этого направления будет возрастать по мере развития моделей образного мышления и интеллектуального управления, позволяющего в условиях неполной информации принимать сбалансированные решения. Безусловно необходимо развивать перспективные средства обработки информации, которые наряду с вычислениями, способны реализовывать сложные модели искусственного мышления.

Ускоренное внедрение ИВ не требует внесения значительных изменений в подключаемые устройства, и, как следствие – увеличение капитальных затрат на их модернизацию, но предполагает необходимость кардинального изменения подходов к их использованию, состоящих в трансформации методов и средств сбора, хранения и обработки данных о состоянии устройств

и роли человека в процессах сбора данных и управлении устройствами. Вместе с тем внедрение ИВ требует изменения подходов к созданию и использованию автоматизированных информационных систем управления и общих подходов к управлению предприятиями и организациями.

1. Гриценко В.И., Тимашова Л.А. «Умное предприятие» как базовый объект цифровой экономики // УСиМ, 2016, № 5, С. 54–66.
2. Гриценко В.И., Тимашова Л.А. Интеллектуальные сенсорные системы – техническая основа умного предприятия цифровой экономики // Там же, 2017, № 1, С. 19–25.
3. Онуфриев В.А., Полетаев Е.В., Шаропин Ю.Б. Построение беспроводных сенсорных сетей на базе стека протоколов One-Net – <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/technical-sciences/informatics-computer-science-and-automation/2781-onufriev-ba-eb-poletayev-ub-sharopin>
4. Чернышев Н.Н. Распределенная система автоматического управления установкой сжигания сероводородного газа // Праці луганського відділення

Міжнародної Академії інформатизації № 1 (23), Луганськ: Луганське відділення Міжнародної Академії інформатизації, 2011, С. 89–95.

5. Алевский Д.А., Плеханов А.Е., Яманов А.Д. Технология развертывания локальных беспроводных радиосетей ZigBee в системах промышленной автоматизации и диспетчеризации // ИСУП, 2011, № 6 (36), С. 26–32.
6. Wally Pratt Wireless HART: Applying Wireless Technology in Real – Time Industrial Process Control / Jianping Song, Song Han, Aloysius K. Mok et al. // IEEE Real–Time and Embedded Technology and Applic. Symp., 2008, P. 378–386.
7. Куприяновский В.П., Намиот Д.Е., Синягов С.А. Киберфизические системы как основа цифровой экономики // *Int. J. of Open Information Technologies*, 2016, Т. 4, № 2, С. 18–25.
8. Куприяновский В.П. Цифровая экономика и Интернет Вещей – преодоление силоса данных // *Ibid*, № 8, С. 36–42.

Поступила 23.06.2017

Тел. для справок: +38 044 526-1319 (Киев)

© В.И. Гриценко, Л.А. Тимашова, 2017

UDC 62-503

V.I. Gritsenko¹, L.A. Timashova²

The Internet of Things in the Structure of the Clever Enterprise

¹ Corresponding Member of the NAS of Ukraine, International Research and Training Centre of Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Glushkov ave., 40, Kyiv, 03680, Ukraine

² Doctor of Technical Sciences, International Research and Training Centre of Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine, Glushkov ave., 40, Kyiv, 03680, Ukraine

Introduction. The creation of completely automated system of the operation monitoring of the devices and people in real time is one of the most perspective direction of the clever enterprises development. Its major characteristics are a mobility, a possibility of access to the necessary information at any time, in any place and from any devices.

Purpose. Problems and technologies of the Internet of Things (IoT) use are considered, as the stage of the long and not ended yet revolution in the field of computing systems and the means of communication. The Internet of Things is a term that defines all the expanding complex of the intelligent devices connected to each other.

Methods. The technological component when built-in devices are the «Things» in the Internet is worked out, their distinctive features are: data collection with low recurrence and the small volume of the used data. These devices exchange data with each other and provide data via user interfaces. Some built-in devices from the Internet of Things require a broadband streaming. But most of them require transmission of data packets only from time to time. The same as people receive the new methods of access to the world by means of smartphones, Internet of Things will create a new paradigm providing the continuous access to necessary information.

Results. The Internet of Things concept, its origin and development features at the present stage of the innovative economy formation in Ukraine and the world are listed.

Conclusion. The Internet of Things technology is an important direction of a large interindustry technical problem – the intellectualization. The effect of this direction will increase in process of the development of the models, figurative thinking and intellectual management allowing in the conditions of incomplete information making the balanced and weighed decisions. It is important to develop the perspective means of information processing, which along with calculations, are capable to implement the difficult models of the artificial thinking.