

УДК 65.011.55

С.П. Новоселов, О.В. Сычова, С.И. Теслюк, И.Г. Гринченко

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков*

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ INTERNET OF THINGS

*В данной статье проведен анализ взаимодействия объектов промышленной автоматизации с использованием технологии IoT. Рассмотрены компоненты производственного участка и их возможности, сформулированы особенности работы производственного участка, который построен по требованиям концепции Industry 4.0, приведены принцип взаимодействия между компонентами автоматизированной системы и основные стадии обработки детали. Были определены две стадии поведения интеллектуальной мобильной платформы, выявлены их преимущества и недостатки.*

**Ключевые слова:** концепция Industry 4.0, Интернет Вещей, умные фабрики, интеллектуальное транспортное средство, интеллектуальная мобильная платформа, облачное хранилище данных, автоматизированная система.

### Номенклатура

ERP – Enterprise Resource Planning;  
HMI – Human-machine interface;  
IoT – Internet of Things, Интернет Вещей;  
M2M – Machine-to-Machine.

### Введение

Актуальностью данных исследований является необходимость совершенствования производственных систем и повышение эффективности функционирования промышленных объектов с целью достижения высоких конечных результатов деятельности на основе рационального использования производственных ресурсов. Объектом исследований являются автоматизированные производственные системы.

Строгое определение IoT применительно к области промышленной автоматизации означает, что наблюдаемые и контролируемые объекты («вещи») не только передают информацию операторам или получают от них обратную связь, но и обладают интеллектом, достаточным для принятия решений на месте. Иными словами, сенсоры, датчики, счетчики, объекты телемеханики и т. п. обмениваются информацией друг с другом (не только с HMI или оператором), анализируют полученную информацию и на основе алгоритмов, заложенных оператором, выполняют определенные действия [1].

Концепция IoT применительно к промышленной автоматизации нашла свое выражение в концепции Industry 4.0. Industry 4.0 подразумевает, что промышленность находится на пороге четвертой волны перемен – создания так называемых «умных» фабрик (Smart Factory). «Умные фабрики» характеризуется наличием киберфизических систем: встраивание вычислительных элементов (совместно с ПО и сетевыми возможностями) в физические объекты контроля.

С учетом данной концепции информационное взаимодействие различных типов устройств и установок является неотъемлемым условием функционирования практически любого производства. Такая технология называется межмашинным взаимодействием (M2M) и тесно пересекается с IoT. По сути IoT является ключевой составляющей набирающей популярность концепции Industry 4.0, которая предполагает обмен данными между всеми участниками, которые задействованы в производственной цепочке:

- специалистами предприятия;
- исполнительными компонентами;
- ERP-системами;
- роботами;
- продуктами и другими системами, и установками.

Сегодня такие предприятия принято называть «умными».

### Основная часть

В будущем продукты, изготавливаемые предприятиями, в рамках концепции Industry 4.0 должны будут «говорить» оборудованию, как, где и кем они должны быть изготовлены, для кого должны быть произведены и куда отправлены; оборудование будет автоматически перенастраиваться в зависимости от «запросов» продуктов на конвейерной ленте, а компоненты, системы управления, ERP-системы, работники предприятий и другие субъекты канала движения товара – обмениваться данными о состоянии технологических процессов, своих потребностях, состоянии товаров на этапе движения от сырья к потребителю. Рассмотрим компоненты производственного участка [2]:

- интеллектуальное транспортное средство;
- интеллектуальный станок;
- среда передачи данных;
- облачное хранилище данных.

Интеллектуальное транспортное средство обладает следующими возможностями:

- всегда поддерживает связь с облаком;
- загружает из облака технологию изготовления той или иной детали;
- определяет траекторию перемещения к нужному оборудованию;
- проверяет доступность оборудования для выполнения очередной технологической операции;
- перемещает детали между оборудованием;
- перемещает детали во временное хранилище.

Интеллектуальный станок обладает следующими возможностями:

- набор датчиков определяет состояние основных узлов оборудования;
- средство передачи данных передает в облако информацию о текущем состоянии оборудования и стадии изготовления детали;
- внутренний контроллер управляет механизмами устройства и снимает показания с датчиков;
- по заданной технологии обрабатывает поступившую деталь;
- сообщает о завершении обработки детали.

Среда передачи данных построена по беспроводной технологии для реализации принципа мобильности и масштабируемости. В качестве протокола обмена данными используется упрощенный сетевой протокол работающий поверх TCP/IP, для обмена сообщениями между устройствами по принципу издатель-подписчик [3]. Исходя из вышесказанного сформулируем особенности поведения производственного участка, который построен по требованиям концепции Industry 4.0:

- гибкая перенастройка технологического процесса;
- легкая масштабируемость (в зависимости от текущей производственной нагрузки можно быстро добавлять или удалять оборудование). Каждое новое оборудование путем межмашинного общения сообщает о себе нужные параметры и свои возможности. В зависимости от полученной информации меняется поведение всего участка и интеллектуальный транспорт меняет свой маршрут доставки заготовок и перевозки полуфабрикатов, а также изделий;

- взаимодействие между производственным оборудованием и интеллектуальным транспортом осуществляется с использованием беспроводных протоколов обмена данных;

- хранение информации о загрузке оборудования, свойствах каждого станка, его пропускной способности, общем состоянии технологического процесса изготовления деталей и текущем состоянии каждой отдельной детали хранится в общедоступном облаке на выделенном сервере;

- можно одновременно изготавливать несколько деталей по разным технологическим процессам

(при условии достаточности номенклатур оборудования).

На рис. 1 приведен принцип взаимодействия между компонентами автоматизированной системы.



Рис. 1. Принцип взаимодействия между компонентами автоматизированной системы

На рис. 2 показаны основные стадии обработки детали. Из рис. 2 видно, что каждая деталь при поступлении на интеллектуальный участок проходит ряд стадий обработки. Интеллектуальное транспортное средство выполняет роль мобильного агента [4]. Его основная задача – взаимодействие с оборудованием через распределенную промышленную сеть, объединяющую в себя как проводные, так и беспроводные протоколы.



Рис. 2. Основные стадии обработки детали

Решение о передаче детали от одного оборудования к другому принимается на основе информации о состоянии каждого интеллектуального станка, его текущей занятости и возможностях.

Можно определить две стадии поведения интеллектуальной мобильной платформы [5]: предварительное бронирование рабочего времени; поиск потенциальных исполнителей по мере необходимости.

В первом случае, при поступлении новой детали выполняет поиск всех исполнителей технологического процесса и бронирование их времени в соответствии с заранее определенным приоритетом.

Достоинство – данный сценарий позволяет заранее просчитать срок выполнения заказа и является наиболее приемлемым в случае необходимости предварительного планирования.

Недостаток – жесткая привязка к оборудованию после составления маршрута обработки детали.

При использовании второго сценария, поиск потенциальных исполнителей выполняется на этапе поступления детали на участок, но запрос на выполнение очередной технологической операции выполняется по мере необходимости и освобождении интеллектуального транспортного средства.

Достоинствами данного сценария является

- максимальная гибкость производственного процесса;
- возможность изменения перечня оборудования и его замена, а также модернизация во время выполнения производственного процесса;
- устойчивость к выходу из строя оборудования.

Недостаток – нет возможности точно просчитать время завершения обработки детали и, следовательно, сроки производства становятся менее предсказуемы.

ными процессами и выбор сценария, при котором выход готовых изделий будет наиболее быстрым, а простой оборудования – минимальным. Для достижения поставленной цели решалась задача разработки алгоритма поведения интеллектуальной транспортной платформы. Разработан принцип взаимодействия между компонентами автоматизированной системы и основные стадии обработки детали. Определены две стадии поведения интеллектуальной мобильной платформы. Выявлены их преимущества и недостатки. Данное исследование позволит в дальнейшем разработать алгоритм поведения автоматизированной системы и смоделировать ее работу.

## Список литературы

1. Hersent, O. *The Internet of Things: Key Applications and Protocols [Текст]* / O. Hersent, D. Boswarthick, O. Elloumi. - Wiley, 2012. - 370 p.
2. Росляков, А.В. *Интернет вещей [Текст]* / А.В. Росляков, С.В.Ваняшин, А.Ю. Гребешков, М.Ю. Самсонов - Самара: ПГУ-ТИ, ООО "Издательство Ас Гард", 2014. – 340 с.
3. Behmann, F. *Collaborative Internet of Things (C-IoT): for Future Smart Connected Life and Business [Текст]* / F. Behmann, Kwok Wu K. - Wiley, 2015. - 304 p.
4. Соколов, Н.А. *Эволюция сетей доступа. Три аспекта [Текст]* / Н.А. Соколов // Первая миля. – 2015. - №2. - С. 56-61.
5. Бондарик, В.Н. *Прогнозирование развития Интернета Вещей на горизонте планирования до 2030 года [Текст]* / В.Н. Бондарик, А.Е. Кучерявый. - Труды МФТИ, том 5, №3, 2013. - С. 92-96.

## Выводы

Надійшла до редколегії 24.01.2017

В работе проведен анализ существующих методов распределенного управления производствен-

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.І. Филипченко, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВЗАЄМОДІЇ ОБ'ЄКТІВ ПРОМИСЛОВОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ INTERNET OF THINGS

С.П. Новоселов, О.В. Сичова, С.І. Теслюк, І.Г. Грінченко

В даній статті проведено аналіз взаємодії об'єктів промислової автоматизації з використанням технології IoT. Розглянуто компоненти виробничої ділянки і їх можливості, сформульовані особливості роботи виробничої ділянки, яка побудована за вимогами концепції Industry 4.0, наведено принцип взаємодії між компонентами автоматизованої системи та основні стадії обробки деталі. Були визначені дві стадії поведінки інтелектуальної мобільної платформи, виявлено їх переваги та недоліки.

**Ключові слова:** концепція Industry 4.0, Інтернет Речей, розумні фабрики, інтелектуальне транспортний засіб, інтелектуальна мобільна платформа, хмарне сховище даних, автоматизована система.

## ANALYSIS OF INDUSTRIAL AUTOMATION OBJECTS INTERACTION USING INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY

S.P. Novoselov, O.V. Sychova, S.I. Tesliuk, I.H. Hrinchenko

There is the interaction analysis of industrial automation objects using IoT technology carried out in the article. The components of the production area and their capabilities are considered, the features of the production area are formulated, which is constructed according to the requirements of the Industry 4.0 concept, the principle of interaction between the components of the automated system and the main stages of the workpiece processing. Two stages of the behavior of the intelligent mobile platform were identified, their advantages and disadvantages were revealed.

**Keywords:** concept of Industry 4.0, the Internet of Things, smart factories, intelligent vehicles, intelligent mobile platform, cloud data storage, automated system.