РАЗДЕЛ II. МОДЕЛИРОВАНИЕ

Толстиков Р.А., Трушин А.Д.

Применение промышленного интернета вещей для оптимизации процесса производства электронных изделий*Томский государственный университет систем управления и радио-
электроники
(Россия, Томск)*

doi: 10.18411/lj-08-2020-10

idsp: ljjournal-08-2020-10

Аннотация

Проведен обзор проектов применения промышленного интернета вещей в производстве. Исследовано производство предприятия «Элетим» и разработаны с применением методологии IDEF0 функциональные и детальные структурные схемы производства, включающие аппаратную, сенсорную, программную части. Это позволило детально оценить необходимый тип датчиков платформы интернета вещей, места их размещения и разработать сценарий применения промышленного интернета вещей для оптимизации производственного процесса.

Ключевые слова: промышленный интернет вещей, электронная промышленность, качество продукции, оптимизация производства

Abstract

A review of projects for the application of the industrial Internet of things in production is carried out. The production of the "Eletim" enterprise was investigated and functional and detailed structural schemes of production, including hardware, sensor, software parts, were developed using the IDEF0 methodology. This made it possible to evaluate in detail the type of sensors required for the IoT platform, their locations, and develop a scenario for using the industrial IoT to optimize the production process.

Keywords: industrial internet of things, electronics industry, product quality, production optimization

Исследование вопросов применения промышленного интернета вещей для оптимизации процесса производства электронных изделий было проведено на высокотехнологичном предприятии ООО «Элетим», город Томск.

Обзор литературных источников и изучение накопленного опыта зарубежной и отечественной практики применения интернета вещей в промышленности показали следующее. Охват по странам для выявления проектов внедрения технологий интернета вещей в производственные процессы представлен следующим образом: Австралия, Бразилия, Великобритания, Германия, Италия, Китай, Люксембург, Нидерланды, Россия, США, Турция, Швеция, Южная Корея, Япония. Удалось выявить 51 проект внедрения промышленного интернета вещей и их детальное содержание, включающее конкретные предприятия, цели и задачи проектов. Распределение проектов по странам и отраслям представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Распределение по странам и отраслям выявленных проектов

Страна проекта	Количество	Отрасль промышленности	Количество
Россия	28	машиностроение и приборостроение	24
США	8		
Европа	5		
Германия	4	добыча природных ресурсов	14
Азия	3		
другие страны	3	прочие	13

Из четырех сегментов мирового рынка потребления микроэлектронных изделий, цифровое телевидение, медицина, автоэлектроника, интернет вещей, наибольший прирост имел сегмент интернета вещей: 19% в 2016 г. [1]. В нашей стране это составляет 2% компонентов в 2017 г., производимых в России [1]. Что касается перспектив на период до 2022 года, то к числу основных традиционных драйверов развития мировой микроэлектроники будет относиться и интернет вещей [1]. И в работе [2] отмечается, что существенное влияние на развитие как мирового, так и российского рынка микроэлектроники оказывает промышленный интернет вещей. Особо отметим работу [3], где представлено создание и внедрение киберфизической системы интернета вещей на участке печатного поверхностного монтажа. В качестве аппаратных средств использованы три типа датчиков: приближение, вибрация и локальные счетчики расхода электроэнергии. Удалось добиться отслеживания показателей: статус работы оборудования; количество печатных плат, отработанных за период; моменты прибытия и отбытия продукции; время операций; задержки из-за технического обслуживания; эффективность использования единицы оборудования; потребляемая энергия [3]. Стало возможным отслеживать события на производстве; эффективно использовать электроэнергию; планировать длительность производственного цикла.

На основе проекта [3] в интересах предприятия «Элетим» проведено моделирование производственного процесса для его оптимизации. Процесс производства представляет собой производственную линию из отдельных участков, выполняющих определённую функцию. Реализован среднесерийный тип производства, автоматизация – полуавтомат. Основные функции производства: подготовка/распределение комплектующих; поверхностный монтаж без отверстий в плате; выводной монтаж для выводных компонентов через отверстия; тестирование; финальный этап – обработка (промывка, сушка и лакировка печатной платы с компонентами).

Основной проблемой производства «Элетим», как и всего отечественного производства электронных изделий, является использование зарубежных комплектующих и их высокая стоимость. В настоящее время, российское производство современных электронных компонентов, сложных изделий микроэлектроники, затруднено ввиду технологического отставания, по-видимому в ближайшие несколько лет ситуация существенно не изменится [1]. При этом даже незначительный процент брака в произведённой партии устройств ведёт к высоким издержкам. Улучшить ситуацию можно повысив эффективность производства за счет увеличения его качества и снижения доли брака. В этих условиях применение новых инновационных технологий, таких как технологии интернета вещей, способно снизить количество бракованной продукции за счет тщательного контроля качества выпускаемых изделий и сбора информации о событиях на производстве. В данном случае повышение качества выпускаемой продукции основной показатель оценки эффективности производства, вследствие чего, применение технологии интернета вещей направлено в первую очередь на сокращение количества бракованной продукции.

Следующей проблемой производства «Элетим», как и многих других аналогичных предприятий, является наличие простоев оборудования. Причиной простоя служат различные факторы как технического, так и организационного характера, часть которых является регламентированными (планово-предупредительная смена инструмента, профилактика механизмов, прогрев машины, сдача и приемка смены, уборка и очистка), остальные – случайными. К ним относятся, прежде всего, устранение отказов механизмов, устройств и инструментов, перебои в снабжении заготовками, инструментами, электроэнергией, несвоевременный приход и уход рабочих. Простоем является и все время, потраченное на изготовление бракованной продукции.

Без специальных программных и аппаратных средств тяжело точно оценить время, когда оборудование эксплуатируется эффективно, а когда стоит в режиме ожидания и потребляет электроэнергию и другие ресурсы.

Прибегнув к методу экспертных оценок, авторы провели обсуждения с технологами на производстве предприятия «ЭлеТим». Было выявлено, что возможность точного контроля времени прохождения продукцией участков операций производственного процесса и простоя оборудования позволило бы более точно планировать даты поставок компонентов и ресурсов, технического обслуживания и отгрузки партии изделий.

Таким образом, можно выделить основные показатели оптимальности и производительности процесса производства электронных изделий: количество бракованной продукции; время простоя оборудования; длительность производства; точность обнаружения дефектов; энергозатраты на оборудование в разном статусе работы. На этой основе стало возможным провести исследование оптимизации производства.

Для оптимизации производственного процесса предприятия «ЭлеТим» были разработаны функциональная и структурная схемы киберфизической системы, напрямую связанные с проектируемым решением. Функциональная схема включает аппаратные и программные средства. Аппаратные: датчики, взаимодействующие с производством, станки и оборудование, процесс производства электронных изделий, персонал и наладка оборудования. Здесь реализуется сбор данных о работе и состоянии технологического оборудования. Программные средства: облачный сервис обработки данных, детектирование изменений, решение возникших проблем, реагирование на изменения. Здесь реализуется мониторинг событий, оценивается статистика показателей выполнения работ на каждом участке производственного процесса.

Структурная схема включает сенсорную и программную части, которые и составляют киберфизическую систему. Сенсорная часть проводит измерение показателей и взаимодействует с участками производственного процесса и включает чувствительные элементы датчиков, цифровой преобразователь сигналов, радиопередатчик данных и дублирующую проводную передачу данных. Программная часть взаимодействует с рабочим местом оператора и проводит визуализацию операционных показателей работы оборудования и включает программное приложение, платформу интернета вещей, облачные вычисления, облачную базу данных.

Взаимодействие сенсорной и программной частей выполняется по протоколам Ethernet/Modbus с использованием технологий Bluetooth Low Energy (BLE) и WiFi. Сенсорная часть использует имеющиеся технологии по контролю и мониторингу и передает информацию в серверное хранилище данных, откуда они поступают в программную часть.

Были разработаны схемы процесса производства электронных изделий и декомпозированные схемы его основных функций. Для этого использована методология построения диаграмм IDEF0 с учетом входных и выходных данных о компонентах/элементах/продуктах. В соответствии с описанными основными функциями, выполняющимися во время производства электронных изделий на предприятии «Элетим», декомпозированные схемы - это схемы: участка поверхностного монтажа, участка выводного монтажа, участка тестирования, участка обработки.

В результате схемы производственного процесса и декомпозированные схемы его основных функций позволили детально оценить необходимый тип датчиков платформы интернета вещей и места их размещения для управления и контроля всего производственного процесса.

В заключение отметим, что выявленные показатели оптимальности и производительности процессов использованы для разработки программных и аппаратных частей киберфизической системы интернета вещей и для оценки её эффективности. Схемы процесса производства, отражающие основные функции и участки производственного процесса, применены для определения мест установки аппаратных элементов киберфизической системы интернета вещей. Это позволило спроектировать и разработать сценарий применения промышленного интернета вещей для оптимизации производственного процесса электронных изделий на предприятии «ЭлеТим».

1. Куликова Н.Н. Современное состояние и тенденции развития электронной промышленности в России [Электронный ресурс] URL: http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2017/12/economics/kulikova.pdf (дата обращения 20.07.2020).
2. Мировой рынок микроэлектроники вырастет на 6,5 % [Электронный ресурс] URL: <https://finance.rambler.ru/economics/37150253-mirovoy-rynok-mikroelektroniki-vyrastet-na-6-5/> (дата обращения 20.07.2020).
3. Sylvan Andreas. Internet of Things in Surface Mount Technology Electronics Assembly [Электронный ресурс] URL: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1112782/FULLTEXT01.pdf> (дата обращения 20.07.2020).

Яровая М.В., Шевырев Л.Ю.

Особенности транспортировки скоропортящихся продуктов

*Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО Донской
государственный аграрный университет
(Россия, Зерноград)*

doi: 10.18411/lj-08-2020-11

idsp: ljjournal-08-2020-11

Аннотация

В данной статье рассмотрены особенности транспортировки скоропортящихся грузов и даны рекомендации по организации данного процесса.

Ключевые слова: скоропортящиеся грузы, условия перевозки, режимы хранения, транспортировка грузов.

Abstract

This article discusses the features of transportation of perishable goods and provides recommendations for the organization of this process.

Keywords: perishable cargo, conditions of carriage, conditions of storage, transportation of goods.

Скоропортящиеся грузы относятся к категории грузов, для перевозки которых необходимо соблюдать особые правила. Особенности хранения и сроки хранения скоропортящихся грузов имеют свою специфику. Одной из важнейших задач, стоящих перед автомобильным транспортом, завершающим процесс производства, является сохранение в процессе перевозок тех первоначальных качеств продовольственных и промышленных товаров, которые приданы им при выработке. Для выполнения этой задачи решающее значение имеет внедрение в эксплуатацию специализированного подвижного состава, т.е. таких автомобилей, полуприцепов и прицепов, которые наилучшим образом удовлетворяли бы требованиям, связанным с особенностями перевозок тех или других грузов.