

Как видно из выражения (4) использование предлагаемого коммутатора позволяет существенно уменьшить количество ключей в коммутаторе без снижения его функциональных возможностей. Это позволяет уменьшить размеры кристалла, увеличить надежность и снизить потребляемую мощность. Следовательно, снижаются требования по отводу тепла. Следует заметить, что с увеличением размерности матричного коммутатора увеличивается выигрыш в количестве ключей.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Аракелян В.А. Проблемы и перспективы в трехмерном проектировании интегральных схем / Сборник научных трудов SWORLD. – 2014. – Т. 4. – № 1. – С.71–78.
2. Строгонов А., Цыбин С., Быстрицкий А. Трехмерные интегральные схемы 3D БИС // Компоненты и технологии. – 2011. – №1. – С. 118–121.
3. Солдатов А.И., Ким О.Х. Технические и алгоритмические проблемы коммутации современной электроники//Известия высших учебных заведений. Физика. – 2010. – Т. 53. – № 9-3. – С. 308–310.

#### **WEB-ТЕХНОЛОГИИ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ SCADA-СИСТЕМ В СФЕРЕ АСУ ТП**

А. Д. Обложенко, Е.А. Кочегурова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050  
E-mail: oda1996@mail.ru

#### **WEB TECHNOLOGIES AND TRENDS OF SCADA-SYSTEMS DEVELOPMENT IN THE FIELD OF APCS**

A.D. Oblozhenko, E.A. Kochegurova

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050  
E-mail: oda1996@mail.ru

***Annotation.** This article discusses the use of Internet technologies for modern automated process control systems. As a result of the analysis, the author defines Scada systems and the Industrial Internet of Things. The main advantage of using Internet technologies in APCS is the ability to control and monitor from anywhere using a computer or mobile phone.*

Современные автоматизированные системы управления технологическими процессами в нефтяной, газовой и других отраслях народного хозяйства представляют собой многоуровневые распределенные системы управления, которые реализуют основные функции управления (регистрация, сигнализация, регулирование и т. д.).

На сегодняшний день система SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерское управление и сбор данных) является обязательным атрибутом автоматизированной системы диспетчерского управления [1]. Аппаратной платформой для SCADA-систем представляются серверные, а также рабочие станции на базе промышленных компьютеров, панельных компьютеров и операторских панелей.

Применение Web-технологий в системах автоматизации – это возможность удаленного доступа к данным и средствам управления в режиме реального времени в любой момент из любой точки наблюдения. Некоторые элементы подобных систем существовали ранее, но с приходом Web-технологий появилось реальное и недорогое решение, обеспечивающее возможность «сделать видимой» систему АСУ ТП и дистанционно управлять ею [2]. Реализация подобной системы подразумевает наличие мощной системы информационной безопасности и разграничения прав доступа

пользователей, которая уже присутствует во многих современных программных пакетах SCADA.

Преимуществом применения интернет-технологий в АСУ ТП является возможность использования на компьютере диспетчера любого веб-браузера, независимо от его производителя, типа аппаратной платформы или операционной системы.

Управление и мониторинг (наблюдение) через интернет привлекательны еще тем, что могут осуществляться из любой точки земного шара с помощью компьютера или мобильного телефона. Такая возможность особенно важна для руководства.

Одной из функциональных тенденций современных систем управления является Промышленный Интернет Вещей (Industrial Internet of Things, IIoT). Промышленный интернет вещей для отраслевого применения – это система объединенных компьютерных сетей и подключенных промышленных объектов со встроенными датчиками и ПО для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме [3].

Современные системы промышленной автоматизации можно разделить на несколько уровней (рисунок 1). Непосредственно «в поле», например, в цехе предприятия, располагаются различные сенсоры, датчики и приводы. Далее следует уровень контроля — например, программируемые логические контроллеры (ПЛК; англ. PLC), которые собирают информацию с датчиков и управляют исполнительными механизмами.

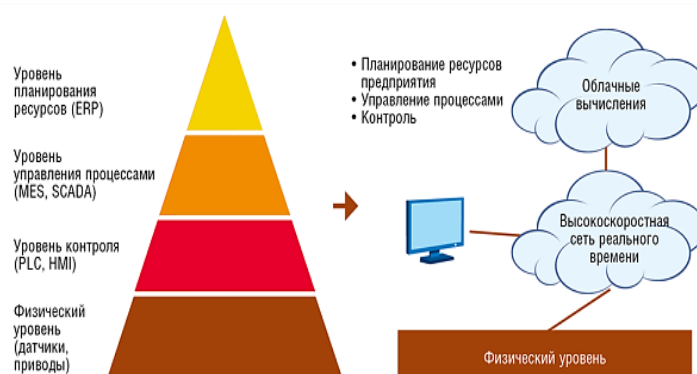


Рис. 1. Переход от классических АСУ ТП к Промышленному интернету вещей

Уровень управления процессами формируют системы класса SCADA [4]. Наконец, на вершине пирамиды — системы планирования ресурсов предприятия Enterprise Resource Planning (ERP), которые, как правило, работают на серверах, расположенных в корпоративных центрах обработки данных (ЦОД).

После реализации концепции Industry 4.0 число устройств на нижнем уровне экспоненциально вырастет. Кроме того, устройства этого уровня будут наделяться все большим интеллектом и будут способны автономно выполнять многие функции. Большинство же функций, которые в сегодняшних системах реализуются устройствами вышестоящих уровней, будут переноситься на высокопроизводительные серверы, которые будут располагаться в серверных кластерах, ЦОД или облаках [5, 6].

В ближайшее время технологии виртуализации проникнут в системы промышленной автоматизации. Преимущества новой структуры в том, что общее количество управляющих систем сократится, что упростит сам процесс управления. Кроме того, эффективность использования ресурсов повысится, а средств потребуются меньше.

Массовая реализация описанного выше подхода в системах промышленной автоматизации пока еще тормозится рядом нерешенных проблем. Большая их часть связана с сетевой инфраструктурой: низкой производительностью передачи данных,

недостаточной надежностью, непредсказуемыми задержками между устройствами полевого уровня и обслуживающими их серверами.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. SCADA // Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA> (дата обращения 08.12.2019).
2. Системы автоматического контроля // Сбор информации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bourabai.ru/dbt/scada.htm> (дата обращения 16.12.2019).
3. Industrial Internet of Things – IIoT // Промышленный интернет вещей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:IIoT> (дата обращения 20.12.2019).
4. Системы промышленной автоматизации // SCADA системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.adastra.ru/> (дата обращения 26.12.2019).
5. Автоматизированные системы управления // АСУ ТП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wiki.mvtom.ru/index.php> (дата обращения 25.12.2019).
6. Развитие автоматизированных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-avtomatizirovannyh-sistem-upravleniya-tehnologicheskimi-protsessami> (дата обращения 26.12.2019).

#### **АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДЕФЕКТОСКОПА**

А.А. Абуллаель, Д.А. Солдатов, А.А. Солдатов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050  
E-mail: demo\_092@icloud.com

#### **ANALYSIS OF THE ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF THE THERMOELECTRIC FLAW DETECTOR SENSOR**

A. A. Abuleil, D.A. Soldatov, A.A. Soldatov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050  
E-mail: demo\_092@icloud.com

***Annotation.** The article presents a method for calculating the equivalent source of thermal EMF for thermoelectric nondestructive testing devices. The calculation is based on the use of the source superposition method, which makes it possible to obtain the calculated ratios in an optimal way.*

Наиболее перспективным методом неразрушающего экспресс-контроля металлов и сплавов считается термоэлектрический, который позволяет проводить контроль как в процессе производства так и в процессе эксплуатации. Однако, серийно выпускаемые в настоящее время термоэлектрические дефектоскопы не обладают высокой надежностью и воспроизводимостью результатов контроля [1]. Это обусловлено наличием переходного сопротивления при контакте электрода с образцом, изменением температуры горячего электрода в процессе контроля, зависимостью термоЭДС от разности температур между горячим и холодным электродом, площади контакта горячего электрода с образцами и т. д. [2, 3]. Кроме того, анализ литературы показал, что до сих пор не проводилось исследований электрических характеристик источников термоЭДС.

Для решения этих проблем необходимо использовать электроды особой конструкции, которая обеспечивает получение эквивалентной характеристики термоЭДС от поверхности контролируемого изделия. При такой конструкции