



ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ЦЕНТРАМИ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ: МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПРАКТИКА

В.Н. Рысина (Институт системного анализа РАН)

Рассмотрены вопросы применения технологии радиочастотной идентификации объектов в управлении центрами обработки и хранения данных. Перечислены задачи, решаемые с помощью этой технологии, приведены примеры ее использования в ряде зарубежных компаний и учреждений. Представлены оценки аналитических компаний по объемам и динамике мирового рынка средств радиочастотной идентификации, используемых в центрах обработки и хранения данных.

Ключевые слова: радиочастотная идентификация объектов, центры обработки и хранения данных, радиочастотные метки, сенсоры, энергосбережение.

Радиочастотная идентификация физических объектов (РЧИ или RFID от англ. radio-frequency identification) основана на использовании радиоволн для бесконтактного ввода и считывания данных с радиочастотных меток, которые закреплены на этих объектах. Применение этой технологии гражданскими организациями стало получать распространение с начала прошедшего десятилетия. Этому способствовало совершенствование самой технологии, снижение цен на технические и программные средства, необходимые для внедрения систем РЧИ, а также принятие международных стандартов радиообмена данными. За десятилетний период 2002–2011 гг. число радиочастотных меток, ежегодно размещаемых на объектах идентификации, выросло в 10 раз и составило 2,93 млрд. ед., а объемы продаж на мировом рынке средств РЧИ (включая метки, считыватели, сетевое оборудование, программные продукты и услуги по интеграции и обслуживанию систем) выросли почти в 7 раз — до 6,51 млрд. долл. США. По прогнозам аналитической компании IDTechEx (Великобритания), одной из ведущих компаний мира, специализирующихся на анализе рынков автоматической идентификации, к 2022 г. объем рынка средств РЧИ может превысить 26 млрд. долл. США [1].

В настоящее время технология РЧИ используется во многих отраслях экономики и других сферах жизнедеятельности общества, например, в работе медицинских и учебных заведений, в жилищно-коммунальном хозяйстве, в природоохранной деятельности и т.д. Одной из тенденций последних лет является расширение использования РЧИ в управлении центрами обработки и хранения данных (ЦОД). Здесь РЧИ находит свое применение для решения самых разных задач, в том числе для снижения трудозатрат и повышения точности учета оборудования, определения местонахождения объектов, мониторинга тем-

пературы и влажности воздуха в рабочих помещениях, снижения энергопотребления, контроля за правильным подсоединением коммутационных кабелей к портам сетевых устройств. При этом положительный опыт, накопленный целым рядом крупных компаний, банков и государственных учреждений, среди которых — Cisco Systems, Microsoft, Bank of America, органы государственного управления целого ряда стран, способствует повышению интереса потенциальных пользователей к этой технологии.

С учетом развития этой тенденции аналитическая и консалтинговая компания Frost & Sullivan (США) провела в 2012 г. специальное исследование текущего состояния и перспектив применения технологии РЧИ в ЦОД. Масштабы применения технологии оценивались по стоимости средств РЧИ (включая технические и программные средства, а также услуги по интегрированию и обслуживанию систем), приобретенных центрами обработки данных. По оценкам Frost & Sullivan в 2011 г. общая стоимость таких закупок составила 96 млн. долл. США или 1,4% от общего объема мирового рынка средств РЧИ. По прогнозу Frost & Sullivan в 2017 г. объем затрат ЦОД на этом рынке вырастет по сравнению с 2011 г. почти в 10 раз — до 950 млн. долл. США, что будет означать повышение доли ЦОД в общем объеме рынка средств РЧИ до 4...5% [2].

Самый бурный рост рынка средств РЧИ для ЦОД ожидается в азиатско-тихоокеанском регионе в связи с наблюдающейся там консолидацией (объединением) компаний, предоставляющих аутсорсинговые услуги, и увеличением заказов на такие услуги, размещаемых в этом регионе. Ежегодный прирост закупок средств РЧИ для ЦОД в странах азиатско-тихоокеанского региона в период до 2017 г. может составить около 73%. В странах Европы, Ближнего Востока и Африки такой прирост составит в среднем 46%, а в странах Северной и Южной Америки — 35%.

В настоящее время большинство ЦОД, в которых установлены системы РЧИ, используют такие системы для учета и инвентаризации своего оборудования, а также для определения местонахождения отдельных объектов. Это объясняется, прежде всего, тем, что ИТ-оборудование включает много предметов малого размера, и инвентаризация, проводимая «вручную» или с помощью технологии штрихового кодирования, очень трудоемка и утомительна, а ее точность невысока. Кроме того, другие методы инвентаризации не дают возможности быстрого поиска переставленного или вынесенного из рабочего помещения оборудования. Использование систем РЧИ в разы понижает трудозатраты, повышает точность учета и помогает быстро определять местонахождение промаркированных объектов, отслеживая их перемещение в реальном времени. Быстрому распространению применения технологии РЧИ для решения задач инвентаризации и учета ИТ-оборудования способствует и то, что именно в этой области накоплен наибольший опыт применения РЧИ в ЦОД, а на рынке средств РЧИ предлагаются разнообразные технические средства (в том числе радиочастотные метки) и программные продукты, разработанные специально для такого применения. Примером использования технологии РЧИ для решения задач инвентаризации и учета оборудования может служить система, внедряемая в компании Cisco Systems (США) – крупнейшем разработчике и поставщике активного сетевого оборудования [3].

В 2011 г. компания Cisco приступила к реализации полномасштабного проекта по автоматизированному учету оборудования, размещенного в своих ЦОД и исследовательских лабораториях. В ходе подготовки этого проекта компания проанализировала возможности разных технологий автоматизированного учета, включая технологию штрихового кодирования и систему GPS, но в конечном итоге остановилась на системе радиочастотной идентификации, использующей пассивные радиочастотные метки. Пассивные метки не имеют собственного источника энергии и передают содержащиеся в их памяти данные с помощью электрического тока, который индуцируется в антенне метки электромагнитным сигналом, посылаемым считывателем. В системе РЧИ, внедренной в Cisco, используются метки, работающие на частоте 860...960 МГц.

Для подготовки и реализации проекта Cisco выбрала ведущих мировых поставщиков технических средств и программных продуктов для систем РЧИ. В качестве системного интегратора в этом проекте выступила компания RFID Global Solution (США) – один из крупнейших разработчиков решений для автоматизированного учета ИТ-оборудования. Для создания централизованной БД по оборудованию в Cisco использовался программный продукт Tivoli Asset Management for IT, разработанный компанией IBM. Продукт предназначен для учета и управле-

ния самыми разнообразными ИТ-ресурсами корпораций на протяжении всего их жизненного цикла.

Компания RFID Global Solution протестировала все имеющиеся на рынке метки, поставляемые для учета ИТ-оборудования, с целью отбора наиболее подходящих для задач Cisco как по своим функциональным возможностям, так и по форм-факторам и размерам. Первоначально выбор остановился на метках серии Flex, поставляемых компанией Omni-ID (США). Эти метки обладают хорошими техническими характеристиками, в том числе большой дистанцией считывания, но они не вполне устроили Cisco из-за своего большого размера (100x21x7 мм), поскольку их сложно размещать на малоразмерных объектах. Эти метки размещались на оборудовании Cisco в течение года, после чего компания перешла на использование новой серии меток Prox-NG компании Omni-ID. У меток этой серии несколько меньшая дальность считывания (до 1,8 м), но они обладают целым рядом достоинств, включая малые размеры (37x12x4 мм). В корпусе метки есть отверстие с усиленными краями, что дает возможность закреплять ее на объектах маркировки посредством пластикового хомута. Применение такого вида крепления имеет существенное преимущество при размещении метки на объектах со сложной геометрией корпуса или на очень маленьких объектах, где другие метки закрепить сложно или невозможно. Это важно для компании Cisco, имеющей множество малых объектов. Метки Prox-NG могут размещаться как на пластиковых, так и на металлических объектах и работать при температуре –20...65 °С, что дает возможность использовать их в неотапливаемых помещениях и на открытом воздухе.

Для считывания данных с меток в компании используются стационарные (портальные) и переносные считыватели. Поставщиками стационарных считывателей являются американские компании Impinj (модель Speedway Revolution R420) и Motorola Solutions (модель FX7400). Портальные считыватели размещаются на входах и выходах ЦОД и лабораторий. Для проведения регулярной инвентаризации объектов, находящихся внутри помещений, используются переносные считыватели Motorola (модель MC9090-Z).

Система работает следующим образом. Информация о заказе нового оборудования учитывается с помощью программного продукта Visi-Trac компании RFID Global Solution. Когда требуемый предмет доставляется на центральный склад заказчика, на нем размещается метка, а идентификационный номер метки заносится в базу Visi-Trac, где крепится за данным предметом. Эта информация автоматически передается на выделенный сервер, где обрабатывается программой Tivoli Asset Management for IT. Когда промаркированный объект поступает в рабочее помещение, метка автоматически считывается на входе в это помещение, и местонахождение

ние объекта регистрируется в системе. Если данные об идентификационном номере объекта и его местонахождении не были введены в систему в течение определенного времени, система напоминает лицу, ответственному за этот объект, о необходимости осуществить регистрацию.

При перемещении объекта ответственное лицо может получать соответствующее уведомление или может запрашиваться разрешение этого лица на такое перемещение. Если же объект будет зафиксирован на выходе из помещения при отсутствии разрешения, ответственное лицо будет немедленно об этом извещено.

В течение года, начиная с марта 2011 г., на оборудовании Cisco, прежде всего — на новом оборудовании, поступающем в компанию, было размещено более 500 тыс. радиочастотных меток, а считыватели установлены в 62 ЦОД и лабораториях Cisco, занимающих площадь 120 тыс. м² [4].

В результате внедрения этой системы время, затрачиваемое на инвентаризацию оборудования, сократилось с нескольких недель до 2 часов, и при этом существенно повысилась точность учета. Что еще более важно для компании — значительно упростился поиск отдельных единиц или компонентов оборудования, которое поменяло местонахождение, например, было взято сотрудниками других подразделений во временное пользование. В компании есть оборудование, которое должно калиброваться каждые 30 дней, и до внедрения системы РЧИ на его поиск уходило до недели.

Реализация проекта Cisco продолжается. Компания не раскрывает затраты на внедрение системы, но известно, что окупаемость вложенных средств ожидается в течение 24...36 мес.

Второе место по масштабам использования технологии РЧИ в ЦОД занимают системы, решающие задачи сокращения энергозатрат. Центры обработки данных относятся к наиболее крупным мировым потребителям электроэнергии. В сентябре 2012 г. New York Times опубликовала результаты исследования по потреблению электроэнергии ЦОД, которое провела группа экспертов по заказу этой газеты [5].

По оценкам этой группы, общее число ЦОД в мире в 2011 г. составило около 3 млн., а их общая потребляемая мощность — 30 млн. кВт. В 2010 г. ЦОД, расположенные только на территории США, потребовали 76 млрд. кВт-ч электроэнергии, что составляет 25...30% всего количества энергии, потребленной ЦОД во всех странах мира.

Динамика роста мирового потребления электроэнергии ЦОД за период 2000...2010 г. была исследована профессором Стэнфордского университета Джонатаном Куми, работы которого широко цитируются [6, 7]. По оценкам Куми, благодаря снижению энергоемкости оборудования ЦОД и мерам, принимаемым с целью экономии энергии, рост потребления электроэнергии ЦОД постепенно замедляется, хотя

и остается очень высоким. В период 2000...2005 гг. потребление электроэнергии ЦОД как в мире в целом, так и в США удвоилось, а в период 2005...2010 гг. в целом в мире оно выросло на 56%, а в США — на 36%. В 2010 г. потребление электроэнергии ЦОД составило около 1,3% от всего количества потребленной в мире энергии. В то же время в США, несмотря на более медленный рост, эта доля составила 2%.

Значительная часть энергии, потребляемая ЦОД, затрачивается на охлаждение серверов. На каждый 1 МВт, затраченный на работу серверов, дополнительно расходуется 0,5...1 МВт на охлаждение аппаратуры [5]. Большой расход энергии на охлаждение, как правило, связан с тем, что холодильные установки центров включаются на такую мощность, которая необходима для охлаждения наиболее горячего оборудования. Отслеживание температуры на серверных стойках и подача только такой мощности, которая необходима для понижения температуры оборудования в каждый данный момент, может существенно сократить потребление энергии. Именно эти задачи решаются с помощью технологии РЧИ. Для таких целей используются системы РЧИ, основанные на применении активных радиочастотных меток. Активные метки имеют собственный источник питания и самостоятельно генерируют выходной сигнал для передачи информации. Для контроля температурного режима активные метки используются в сочетании с сенсорами (температурными датчиками). Примером может служить система РЧИ, разработанная компанией Federspiel Controls (с 2011 г. — Vigilent), одной из ведущих американских компаний, специализирующихся на «интеллектуальных» системах контроля кондиционирования и снижения потребления энергии в ЦОД и многоэтажных зданиях. Система носит название Data Automation Software Hardware (DASH). Программное обеспечение для этой системы разрабатывает Federspiel Controls, а всю аппаратную часть поставляет компания Dust Networks (США), специализирующаяся на разработке и производстве оборудования для беспроводных сенсорных сетей. Система основана на применении активных меток, работающих в радиочастотном диапазоне 900 МГц по принципу маяка, то есть передающих информацию через установленные промежутки времени. Вместе с метками используются беспроводные либо проводные сенсорные модули с датчиками температуры. С помощью такой системы можно осуществлять не только контроль температуры, но и контроль давления и влажности воздуха, интенсивности потока охлаждающей воды.

В 2008 г. система DASH была внедрена в ЦОД Управления по сбору франшизных налогов штата Калифорния. Площадь ЦОД составляет 900 м². В общей сложности здесь было установлено 23 беспроводных сенсорных модуля с датчиками температуры: 11 модулей были размещены на серверных стойках, а 12 — на агрегатах обработки воздуха (чиллерах), работа-

ющих на охлажденной воде. Такое число сенсоров позволило контролировать температуру в 46 точках. Каждый сенсорный модуль, установленный в этом ЦОД, имеет два терморезистора. При размещении таких модулей на серверных стойках терморезисторы устанавливаются в их верхней и нижней частях. Датчики измеряют температуру и через метки передают эти данные считывателю. Система работает по принципу самоорганизующейся многоузловой сети. Здесь метки могут служить промежуточными звеньями, передавая данные не считывателю, а соседним меткам, которые потом передают их своим «соседям» и т. д., пока информация не достигнет считывателя. Если метка выходит из строя, запускается программа самовосстановления сети, и информация начинает передаваться через ближайшие метки. Считыватель («беспроводной шлюз») получает данные о температуре и передает их на выделенный сервер по Ethernet-кабелю.

Вместе с сенсорами в центре были установлены частотно-регулируемые электроприводы для холодильного оборудования с целью регулирования скорости вращения вентиляторов и интенсивности потока охлаждающей жидкости.

Система работает следующим образом. Если сенсор регистрирует температуру, превышающую допустимый уровень, программа определяет необходимое ответное действие с учетом показателя температуры и местонахождения метки, которая передала эту информацию. Например, определяется, что на таком-то чиллере необходимо на X% повысить скорость вращения вентилятора или интенсивность потока холодной воды. После определения ответного действия система автоматически выдает инструкции частотно-регулируемому электроприводу данного чиллера изменить соответствующие параметры настройки. Программа может также посылать уведомления персоналу об изменении настроек, чтобы специалисты могли проследить за достижением заданного показателя температуры. Руководство центра может предпочесть получать только уведомления от системы о том, что температура достигла допустимого уровня, а принимать меры по ее снижению «вручную».

Кроме внедрения системы РЧИ, в центре были приняты и другие меры по сокращению затрат энергии, в частности, были переложены полы в серверных комнатах, чтобы улучшить распределение воздуха, и установлены гибкие перегородки для изоляции «горячих» проходов между задними панелями серверных стоек.

Все эти меры в совокупности позволили понизить максимальную потребляемую мощность ЦОД с 59 кВт до 19 кВт и сократить расход электроэнергии на 75%, обеспечив ежегодную экономию расходов на электричество этого центра на 42700 долл. США. С учетом блестящих результатов компания Federspiel Controls получила заказ на оснащение такими же системами еще 12 ЦОД, принадлежащих Управлению

служб общего назначения этого же американского штата. Проекты начали реализовываться в 2010 г. В соответствии с расчетами, ежегодный расход электроэнергии в этих центрах также сократится не менее чем на 75%.

Еще одна область использования систем РЧИ в ЦОД, пока не имеющая широкого распространения, — контроль за корректностью подсоединений, выполненных при помощи коммутационных шнуров, и облегчение процедуры поиска свободных портов коммутационных панелей и активного сетевого оборудования.

Такая система внедрена в ЦОД и офисах Администрации г. Ройтлинген (Германия). Система позволяет снизить вероятность ошибок подсоединения и сократить время вынужденного простоя оборудования. Внедренное решение носит название Future-Patch и разработано компанией ТКМ (Германия) [9].

Решение Future-Patch основано на использовании различных моделей пассивных радиочастотных меток с рабочим диапазоном 13,56 МГц. Радиочастотные чипы с антенной встраиваются в обшивку или крепятся на вилке коммутационного шнура. Под рядами портов устанавливается контрольная панель (Panel Control Unit — PCU), на которой размещается считыватель и целый ряд антенн. Антенны располагаются под каждым портом. Когда коммутационный шнур подносится к порту, идентификационный номер метки, размещенной на этом шнуре, считывается соответствующей антенной контрольной панели. Все контрольные панели, расположенные на одной серверной стойке, объединяются в единую систему шинным кабелем, по которому подается питание и осуществляется передача данных. Считанная с меток информация передается на единую контрольную панель данной серверной стойки (Rack Control Panel — RCU), откуда она передается по Ethernet-кабелю на управляющую консоль, соединенную с сервером БД. Управляющая консоль может располагаться в любой точке локальной сети и быть доступной через Internet.

Каждая метка имеет свой идентификационный номер, который ассоциирован в БД с определенным типом коммутационного шнура. Система устроена таким образом, что к определенному порту могут подсоединяться только шнуры, имеющие определенные технические характеристики. Если по ошибке подсоединяется шнур другого типа, то под соответствующим портом появляется световой сигнал. Сигнал появляется также в случае разрыва соединения.

Система Future-Patch позволяет также контролировать одиночные точки подключения. В этом случае радиочастотные чипы наклеиваются на вилку и на панель рядом с гнездом розетки. О правильности подсоединения свидетельствует совпадение идентификаторов этих чипов. Данные с чипов считываются с помощью штыревой антенны и автоматически передаются по радиоканалу на управляющую консоль.

Внедрение в Администрации г. Ротлингена было первым для системы Future-Patch. Проект был осуществлен здесь в 2008 г., а в последующие годы система получила свое развитие. К 2012 г. в Администрации было установлено в общей сложности 4800 коммутационных шнуров Future-Patch стандарта RJ45, 220 контрольных панелей под портами (каждая с 48 антеннами) и 18 контрольных панелей серверных стоек.

Можно предположить, что в будущем появятся новые области применения технологии РЧИ в ЦОД, что приведет к дальнейшему расширению масштабов применения РЧИ. Росту масштабов применения будут способствовать и другие факторы, прежде всего, наблюдающееся увеличение размеров ЦОД и, соответственно, объема используемого в них оборудования, что потребует внедрения новых эффективных методов контроля. С другой стороны, расширению применения РЧИ будет способствовать повышение функциональных возможностей предлагаемых на рынке технических средств и появление новых программных продуктов, позволяющих решать специфические проблемы ЦОД, а также непрекращающееся накопление положительного опыта внедрения РЧИ. Существенно облегчит применение РЧИ для учета и контроля за перемещением ИТ-оборудования возможность покупки такого оборудования с уже размещенными на них радиочастотными метками. Крупные производители электронного оборудования (IBM, Dell, HP, Sun) начали размещать метки на своей продукции в процессе производства. Для маркировки устройств небольшого размера раз-

работана специальная технология, которая позволяет встраивать микрочип непосредственно в печатную плату устройства.

Список литературы

1. RFID: Forecasts, Players & Opportunities: 2012-2022. Analytical report. 2012. IDTechEx. <http://www.idtechex.com/research/reports/rfid-forecasts-players-and-opportunities-2012-2022-000322.asp>
2. Analysis of RFID in the Data Center Market. 2012. Press-release. Frost & Sullivan. <http://www.frost.com/prod/servlet/press-release.pag?docid=263336150>
3. *Mark Roberti*. Cisco Tracks IT Assets Via RFID // RFID Journal. 2012. January 18. <http://www.rfidjournal.com/article/view/9127/>
4. Report: IT Asset Tracking Represents a \$1b Market for RFID // RFID24-7. 2012. August 15. <http://www.rfid24-7.com/article/report-it-asset-tracking-represents-a-1b-market-for-rfid/>
5. *James Glanz*. Power, Pollution and the Internet. The New York Times. 2012. September 22.
6. *Koomey, Jonathan*. Worldwide Electricity Used in Data Centers. Environmental Research Letters. vol. 3, no. 034008. 2008. September 23. <http://stacks.iop.org/1748-9326/3/034008>
7. *Jonathan Koomey*. Growth in Data Center Electricity Use 2005 to 2010. Oakland, CA: Analytics Press. 2011. August 1. <http://www.analyticspress.com/datacenters.html>
8. *Claire Swedberg*. California Data Centers Expect to Cut Energy Usage By 75 Percent. RFID Journal. August 10. 2010. <http://www.rfidjournal.com/article/view/7801>
9. *Claire Swedberg*. Future-Patch Technology Tracks Cable and Port Connections. RFID Journal. 2012. July 23. <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/9740/>

*Рысина Валерия Николаевна — канд. экономич. наук, ведущий научный сотрудник
Института системного анализа РАН.
Контактный телефон (499) 135-43-25.
E-mail: valrys@yandex.ru*

АББ создала первый автоматический выключатель для работы в сорокаградусный мороз

Компания АББ представила на российском рынке новую линейку автоматических выключателей LTT из серии Emax. Они работают в широких температурных диапазонах, гарантированно выдерживают мороз до -40°C , подходят для применения на неотапливаемых подстанциях, в распределительных панелях и устройствах, установленных на улице. Морозостойкость Emax LTT обусловлена применением новой незагустевающей смазки, усовершенствованием устройства механических частей и электронных компонентов расцепителей.

Конструкция корпуса выполнена так, что риск возникновения пробоя в результате образования конденсата или инея сведен к нулю. Элементы аппарата сделаны из листовой стали, не подвержены коррозии, устойчивы к механи-

ческим повреждениям и другим агрессивным факторам окружающей среды.

Двойная изоляция токоведущих частей и разделение между фазами снижает риск возникновения короткого замыкания. Дополнительная комплектация электрическими и механическими аксессуарами дает возможность дистанционно управлять нагрузками и автоматическим вводом резерва.

Emax LTT рассчитан на номинальный ток 800...3200 А. Автомат доступен в трех типоразмерах. Его небольшие габариты экономят пространство внутри распределительного щита. Аппарат выпускается в стационарном и выкатном исполнении, может иметь три или четыре полюса.

[Http://www.abb.ru](http://www.abb.ru)

Компания Reflexor Engineering представляет новое светодиодное устройство

Компания Reflexor Engineering представляет новое многофункциональное светодиодное устройство для жилых домов и нежилых помещений, которое совмещает эффективное освещение и видеонаблюдение. Данное приспособление создано на базе запатентованного устройства, являющегося светодиодным светильником

со встроенными датчиками и полноценной системой видеофиксации.

Система Reflexor позволяет одновременно организовать качественное и эффективное освещение, обеспечивать запись цветного видео Web-качества и обеспечивать аварийное освещение на случай отключения электропитания в здании.

[Http://www.reflexor.info](http://www.reflexor.info)