

ПРОМЫШЛЕННЫЙ INTERNET: ВОЗМОЖНОСТИ УДАЛЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ

В.Н. Рысина (ФИЦ «Информатика и управление» РАН)

Рассмотрена концепция промышленного Internet, факторы, способствующие расширению ее применения, преимущества, получаемые промышленными предприятиями от внедрения базовых технологий промышленного Internet. Описана практика внедрения промышленного Internet крупными зарубежными горнодобывающими компаниями. Показаны объемы инвестиций и доходы ряда крупных мировых промышленных и ИТ-компаний от вложений в промышленный Internet, представлены прогнозы вклада промышленного Internet в мировой ВВП.

Ключевые слова: промышленный Internet, удаленный контроль, диагностика технического состояния оборудования, горнодобывающая промышленность.

Промышленный Internet — это зонтичный термин для обозначения набора технологий, которые используются для автоматического сбора данных о различных объектах (главным образом — оборудования) на предприятиях реального сектора экономики и передачи этих данных во внутренние компьютерные сети предприятий и/или в сеть Internet для анализа и практического использования. Основными компонентами сети промышленного Internet являются:

- устройства для сбора данных, встроенные в контролируемые объекты: простые или сенсорные радиочастотные метки, микроэлектромеханические системы (МЭМС), самые разнообразные датчики;
- средства проводной или беспроводной связи для передачи данных;
- ПО для анализа данных.

С начала текущего десятилетия происходит активизация применения концепции промышленного Internet, особенно в обрабатывающей и добывающей промышленности, в энергетике и на транспорте, что в значительной степени связано с расширением функциональных возможностей его базовых технологий.

Так, появилось большое число новых устройств для сбора данных, повысилась степень их интеллектуализации: увеличился объем памяти и возможностей обработки данных. Происходит снижение стоимости этих устройств, что также имеет немаловажное значение для промышленных предприятий, где могут размещаться тысячи различных датчиков. Повышается надежность и скорость передачи данных, расширяется сетевое покрытие, удешевляются коммуникации. Расширяется возможность доступа к собранным данным через мобильные устройства. Активно развиваются различные облачные сервисы, что дает возможность реализации проектов без больших инвестиций в собственную ИТ-инфраструктуру.

И главное — появляются разнообразные программные платформы и приложения, позволяющие практически в режиме реального времени собирать, сортировать и анализировать большие объемы данных. Специальные программы разрабатываются для оценки технического состояния оборудования, прогнозирования отказов, оповещения о возникших или могущих возникнуть проблемах.

Важнейшим преимуществом, которое получают компании, реализовавшие концепцию промышленного Internet на практике, является возможность

осуществлять диагностику и контроль оборудования и технологических процессов в режиме реального времени и в удаленном режиме.

Предупреждение о возможной поломке или ее раннее обнаружение позволяет не допустить возникновения проблемы или своевременно ее устранить, тем самым сократив время простоя, что особенно важно для дорогостоящего оборудования. Помимо этого, проведение превентивного ремонта и техобслуживания продлевает жизненный цикл машин и сокращает капитальные затраты компаний.

Доступность полученной информации из удаленных точек позволяет привлекать к анализу проблем и выработке рекомендаций по их устранению наиболее квалифицированный персонал предприятий и даже разработчиков оборудования, знающих машины лучше, чем кто-либо другой. В удаленном же режиме можно устранять значительное число сбоев и неполадок, не привлекая технический персонал на местах. Это особенно важно, если проблемы возникают на удаленных или труднодоступных производственных площадках, где на данный момент квалифицированные специалисты отсутствуют, а командирование специалистов в такую точку дорого и занимает много времени. Это важно и при общем дефиците квалифицированных специалистов на предприятии.

Кроме всего прочего, отложенный анализ накопленной информации после ее поступления в базы данных дает возможность сравнить данные по эксплуатации оборудования в разных условиях и при выполнении разных операций, сделать выводы о надежности тех или иных узлов, на основании чего — внести изменения в конструкцию машин, условия их эксплуатации и т. п.

Несмотря на то, что концепция промышленного Internet сформировалась недавно, уже накоплен опыт ее реализации в практике значительного числа компаний.

Концепция промышленного Internet активно внедряется в горнодобывающей промышленности. По оценкам аналитической компании Gartner ежегодные темпы роста степени «подключенности» горнодобывающего оборудования к вычислительным сетям составляют 25% и являются одними из наиболее высоких по сравнению с другими отраслями промышленности [1]. Новые технологии внедряются как производителями горного оборудования, так и самими горнодобывающими предприятиями. Рассмотрим опыт поставщи-

ка оборудования — компании Joy Global Inc. (США) и горнодобывающего предприятия Dundee Precious Metals (Канада).

Joy Global Inc.

Компания производит и обслуживает самое разнообразное оборудование для подземных и поверхностных работ по добыче угля, меди, железной руды и других минеральных ресурсов. Оборудование Joy Global установлено на рудниках и шахтах горнодобывающих предприятий 20 стран мира, включая Россию.

Joy Global использует модель прямого обслуживания своих клиентов. Компания имеет большую инфраструктуру сервиса. Сервисные центры и склады запасных частей находятся в непосредственной близости от рудников и шахт, где используется оборудование Joy Global. В этих центрах работают около 250 инженеров компании.

Joy Global начала работать над созданием «интеллектуальных» (подключенных к сети) продуктов, начиная с конца 1990-х годов. В 2001 г. датчики, размещенные на машинах, работающих под землей, уже могли напрямую подсоединяться к компьютеру, находящемуся на поверхности, с помощью армированных кабелей. Это позволяло осуществлять постоянный мониторинг технического состояния оборудования и выполнения операций в удаленном режиме и посылать обслуживающий персонал в шахту только для решения возникших проблем. Со временем в оборудование стали встраивать все больше датчиков, а их функциональные возможности были существенно расширены.

В 2008 г. в Южной Африке Joy Global создала свой первый удаленный региональный центр обслуживания горнодобывающих предприятий, куда уже по беспроводной связи стала передаваться информация из центров контроля, функционирующих при отдельных шахтах и рудниках соответствующего региона. В настоящее время функционирует шесть таких региональных центров.

Данные, поступающие в такие центры, обрабатываются с помощью специального ПО, а результаты анализа используются для оценки технического состояния оборудования и проведения упреждающих (профилактических) ремонтов и техобслуживания с конечной целью повысить коэффициент использования основного оборудования, уменьшить число отказов и времени простоя машин, что особенно актуально для горнодобывающих предприятий. Компания называет такие услуги «умными», а сами центры — «центрами умных услуг» (Smart Service Centers).

Характер таких «умных услуг» можно проиллюстрировать на очистном механизированном комплексе (ОМК) для добычи угля в длинных забоях — наиболее известном продукте Joy Global [2]. Такой ОКМ состоит из очистных (выемочных) комбайнов, гидрофицированной передвижной забойной крепи, забойного передвижного конвейера и вспомогательного оборудования (насосные станции, источник электропитания и пр.). Длина забоя и, соответственно, длина ОКМ может достигать до 400 м, а число секций крепи —

до 200 единиц. Производительность такого комплекса — в среднем 2200 т угля/ч. Для контроля за выполняемыми операциями и техническим состоянием всех составных частей комплекса может использоваться до 8 тыс. различных датчиков. Информация передается от одного компонента комплекса к другому, а также на поверхность — в центр управления шахтой и далее в региональный «центр умных услуг» (если данная шахта к нему подключена).

Удаленный мониторинг позволяет собирать данные о нахождении и рабочем статусе всех компонентов ОКМ. Выполнение операций и производительность контролируются различными измерительными системами, включая инерциальные навигационные системы, системы камер, системы контроля натяжения цепи конвейера и др. Под контролем датчиков находятся все важнейшие механизмы комплекса, включая моторы, приводные устройства, сцепления, гидравлику. Программное обеспечение, используемое Joy Global, позволяет прогнозировать практически в реальном времени возможные отказы всех этих механизмов. Сигналы о происшедших или возможных сбоях посылаются либо оператору комплекса, либо команде регионального центра. Некоторые сбои устраняются в автоматическом режиме.

С помощью датчиков отслеживаются также возможные смещения соединенных в комплекс механизмов. Такие смещения снижают производительность ОКМ. Их выявление и выравнивание комплекса происходит в автоматическом режиме.

Наряду с мониторингом оборудования Joy Global внедрил удаленную систему контроля давления на призабойную крепь. Давление на крепь возрастает по мере срезания угольного пласта и увеличения площади обнажения кровли забоя, что может служить причиной обрушения самой крепи и обрушения породы. Для очистки засыпанных машин может быть потрачена неделя, что влечет за собой существенное снижение выработки. Для решения этой проблемы на секциях передвижной забойной крепи размещаются датчики давления. Датчики фиксируют изменение давления на крепь, а снятые с них данные с помощью специальных методов анализа определяют вероятность обрушения породы. По результатам анализа оператор машины может предпринять превентивные действия, например, уменьшить выработку угля, не останавливая машину, что повысит гидравлическое давление крепи на кровлю свода.

Одной из «умных» услуг Joy Global является «высвечивание узких мест» шахты, то есть демонстрация всех существующих на данный момент проблем. Одновременно выдаются рекомендации по их решению. Такие рекомендации вырабатываются не только на основе проведенного анализа состояния оборудования шахты, но и на основе сравнительного анализа работы оборудования Joy Global, установленного на различных предприятиях. Проведение такого анализа возможно благодаря большому массиву информации, собранной в БД компании.

Ряд программ, используемых Joy Global для анализа данных, был разработан их собственными программистами. Это программа «Управление жизненным циклом оборудования» (Life Cycle Management) и программа «Умные услуги» (Global's Smart Services). В последние годы Joy Global в большей степени ориентируется на ПО ведущих ИТ-компаний. Так, для прогнозов и предупреждения отказов оборудования используются программы компании Meridium (США), известного разработчика решений для управления производственными активами предприятий, особенно предприятий фондоемких отраслей промышленности. Joy Global использует три пакета программ Meridium: APM Foundation (основы эффективной эксплуатации производственных фондов предприятия), Asset Strategy (оптимизация стратегии управления капитальными активами) и Failure Elimination (предупреждение отказов оборудования).

При организации центров удаленного мониторинга Joy Global использовала программную платформу компании ThingWorx (США), недавно ставшей подразделением более крупной американской компании-разработчика ПО — PTC. Платформа предназначена для быстрого создания инновационных приложений в различных отраслях экономики. Развертывание этой платформы дало возможность усовершенствовать процесс сбора и анализа данных для разных видов оборудования.

«Умные услуги» Joy Global предоставляются горнодобывающему предприятию при условии заключения с ним контракта, по которому в оборудование встраиваются датчики или иные устройства, которые подключаются к сети Joy Global, и предприятие дает согласие на передачу информации в эту сеть.

По условиям такого контракта Joy Global не имеет права разглашать данные об имени клиента или полученных им выгодах, но, не называя имен, представитель Joy Global сообщил журналу Harvard Business Review о том, что в результате подключения к системе удаленного контроля одна из компаний увеличила полезное время использования оборудования на 20%, а выпуск продукции шахты — на 65%, что выразилось в получении 100 млн. долл. США дополнительного дохода [2].

Dundee Precious Metals Inc.

Канадская компания Dundee Precious Metals (DPM) занимается разведкой и разработкой месторождений драгоценных металлов. В 2011-2013 гг. компания работала и реализовала проект создания системы удаленного мониторинга и контроля рудника в селе Челопеч (Болгария). На этом руднике, на глубине около 500 м добывается золотоносная медная руда. Около 70% установленного на этом руднике оборудования поставлялось компанией Sandvik Mining (Швеция), но эта компания была лишь одним из участников проекта, и после внедрения разработанной системы функция удаленного контроля полностью перешла к руководству рудника и главному офису DPM в Торонто. Кроме Sandvik Mining над проектом работали: ИТ-подразделение DPM, компания Cisco (США), компании Dassault Systemes (Франция).

Важнейшей задачей этого проекта было обеспечение надежной связи внутри шахты, а также связи шахты с наземными службами и центральным офисом DPM. В шахте была развернута подземная сеть Wi-Fi на основе унифицированных коммуникаций компании Cisco со сквозным (по всей шахте) электромагнитным полем. Был проложен оптоволоконный кабель (общая длина которого составила 45 км) и установлено 280 точек доступа Cisco Aironet, модифицированных для шахтных условий, что обеспечило полное покрытие сетью всей площади горных выработок. Шахтеры и менеджеры DPM получили возможность поддерживать постоянную связь с помощью мгновенных сообщений и голосовых вызовов. Сервис мгновенных сообщений позволяет в реальном времени обмениваться с любым человеком, подключенным в данный момент к сети Internet, не только текстовыми сообщениями, но и изображениями, и видео, что стало активно использоваться шахтерами для самостоятельного устранения мелких неисправностей оборудования в режиме видеоконсультаций с наземными службами. При возникновении более сложных проблем инженеры шахты получили возможность консультироваться в удаленном режиме со специалистами по конкретному виду оборудования или иными экспертами. Все это позволило быстро принимать необходимые меры [3].

Для оценки технического состояния оборудования на руднике были применены решения Sandvik Mining. Мониторинг осуществляется с помощью датчиков, установленных на горном оборудовании и измеряющих такие параметры, как нагрузка на электродвигатели, рабочая температура аккумуляторов и изнашивающихся механических узлов с повышенным трением, время наработки узлов, степень коррозии металла, давление в шинах самосвалов и др. Снятые данные анализируются, а тревожные сигналы о возможном возникновении проблем посылаются руководству шахты и в центральный офис компании.

Внедрение системы GEOVIA Surpac™ от компании Dassault Systemes позволила создавать трехмерные изображения оборудования и трехмерную карту шахты, которые используются и для проектирования, и для управления шахтой [4]. Например, на карте на основании данных, поступающих от радиочастотных меток, размещенных на касках шахтеров и подвижном составе, в режиме реального времени отображается их местоположение. Такие данные важны, прежде всего, для обеспечения безопасности людей. Но кроме этого, с помощью таких карт руководство шахты может рассчитывать оптимальные маршруты для подвижного состава и передавать их машинистам, что повышает эффективность использования оборудования и экономит топливо. Информация о перемещениях шахтеров и механизмов также позволяет экономить средства на вентиляции и электроосвещении, включая их на полную мощность только там, где на данный момент находятся люди.

По оценкам компании, за 2011–2013 гг. в результате реализации этого проекта операционные расходы рудника сократились на 2,5 млн. долл. США. Были получены и другие выгоды, такие как сокращение простоев оборудования, рост производительности труда (добыча руды выросла с 2011 по 2013 гг. в 2 раза — с 1 до 2 млн. т.), но эти выгоды нельзя полностью отнести на счет внедренного проекта, поскольку в этот период на руднике было проведено много других преобразований, которые могли повлиять на получение таких результатов, например, в 2012 г. на руднике была установлена новая подземная система дробления руды и новый ленточный конвейер.

Прогнозы

Эксперты обещают промышленному Internet хорошее будущее. К числу наиболее серьезных исследований последнего времени относится исследование одной из крупнейших аналитических компаний McKinsey Global Institute, результаты которого опубликованы в мае 2015 г. [5]. Здесь концепция промышленного Internet рассматривается как составная часть концепции Internet вещей, а главной задачей исследования является оценка вклада Internet вещей в разные сферы жизнедеятельности общества, включая реальный сектор экономики, здравоохранение, развитие городов и пр.

Прогноз основан на 5-летнем исследовании практик отдельных компаний в разных отраслях экономики, а также на анализе общих тенденций экономического развития стран, развития технологий и демографической ситуации на ближайшее десятилетие.

Основные выводы исследования таковы.

— В целом к 2025 г. реализация концепции Internet вещей может начать приносить ежегодный доход объемом от 3,9 до 11,1 трлн. долл. США, что может составить в 2025 г. около 11% мирового ВВП. При этом степень достижения названных показателей будет зависеть от ряда факторов, важнейшими из которых являются: а) решение проблем межоперационной совместимости устройств, используемых в Internet вещей, б) повышение масштаба использования собранных данных, который в настоящее время еще невелик.

— Наибольший эффект будет достигнут в отраслях реальной экономики. Совокупный мировой дополнительный доход, полученный за счет применения концепции Internet вещей в обрабатывающей и добывающей промышленности, строительстве, логистике и сельском хозяйстве, в 2025 г. может составить от 2 до 6,2 трлн. долл. США. Этот дополнительный доход может быть получен в первую очередь за счет сокращения операционных расходов, сокращения простоев оборудования, роста производительности труда, экономии энергии, повышения уровня безопасности труда.

— За счет повышения эффективности использования производственных активов и удлинения жизненного цикла оборудования в течение ближайших 10 лет предприятия смогут снизить свои капитальные затраты.

Реорганизация компаний

С учетом накопленного положительного опыта и перспектив получить дополнительные доходы круп-

ные производители промышленного оборудования, электроники, программного обеспечения создают специальные структурные подразделения и расширяют свою деятельность по разработке и выпуску аппаратных и программных средств для Internet вещей и промышленного Internet. Приведем примеры того, как крупнейшие мировые компании используют возможности промышленного Internet.

General Electric

General Electric (GE) имеет крупнейший парк установленного оборудования, которое работает в самых различных отраслях экономики практически во всех странах мира.

В 2012 г. в Сан-Рамоне (Калифорния) был создан центр GE для разработки ПО для проектов, реализуемых в рамках промышленного Internet (GE Software Center). В Центре работает 1200 программистов (не считая еще 10 тыс. программистов, работающих в различных продуктовых подразделениях компании). В 2012–15 гг. в этот Центр было вложено 1,5 млрд. долл. США. Такая же сумма будет вложена в следующие 3 года [6].

В 2013 г. в Центре была создана программная платформа Predix, на которой к 2015 г. было разработано более 40 приложений для различных отраслей промышленности. Приложения могут приобрести все компании, установившие оборудование GE. Они также используются для обработки данных в региональных центрах удаленного мониторинга и диагностики, созданных GE в разных регионах мира. Для контроля над оборудованием на нем по заказу компании-клиента должны быть установлены соответствующие устройства для снятия нужной информации. К 2015 г. GE встроила 10 млн. таких устройств на проданном оборудовании [7].

Siemens AG

В 2014 г. компания Siemens осуществила масштабную реорганизацию, сократив число подразделений и отказавшись от некоторых производств. В то же время было создано новое подразделение — «Цифровое предприятие» (Digital Factory Division), которое будет заниматься производством средств автоматизации и разработкой ПО, необходимого для создания «цифровых» предприятий [8].

Уже сейчас в концерне работают более 8 тыс. программистов и специалистов по анализу данных, и их число будет расти. Как и GE, Siemens разрабатывает собственное ПО для обработки данных, оснащает свое оборудование датчиками и создает дистанционные центры мониторинга и диагностики в различных регионах мира. К 2015 г. к сети Siemens было подсоединено 300 тыс. единиц оборудования [9].

Компании принадлежит образцово-показательный завод, считающийся прообразом «цифровых» предприятий будущего. Это завод в г. Амберге (Германия), на котором производятся различные средства промышленной автоматизации под торговой маркой SIMATIC.

IBM

Компания IBM начала заниматься Internet вещей в 2008 г., главным образом, в рамках проектов «Умная планета» и «Умный город». Но важнейшим вкладом IBM в реализацию идей Internet вещей стали не конкретные

проекты, а разработка новых методов анализа больших массивов данных, создание центров обработки данных (ЦОД) и развитие облачных технологий и сервисов, позволяющих предприятиям или иным организациям решать проблему обработки и хранения данных, снимаемых с подключенного оборудования. В настоящее время компания является одним из крупнейших поставщиков облачных решений и услуг и продолжает развивать это направление своего бизнеса. Так, в 2014 г. IBM вложила дополнительно 1,2 млрд. долл. в создание 15 новых ЦОД в дополнение к уже имеющимся 40 ЦОД [10]. IBM также продолжает вкладывать средства в приобретение компаний-разработчиков ПО для облачных вычислений.

Помимо этого, IBM занялась коммерциализацией своего суперкомпьютера Watson, который может анализировать большие объемы информации и составлять прогнозы наступления тех или иных событий. При этом компьютер отвечает на вопросы, заданные на естественном языке.

В 2014 г. IBM предложила новый облачный сервис Watson Analytics, который, по мнению руководства компании, является ее важнейшим аналитическим продуктом. Watson Analytics позволяет понять, почему те или иные события произошли или произойдут в будущем. Использование сервиса не требует высокого уровня подготовки или привлечения экспертов, что делает сервис удобным и доступным для каждого. Для коммерческого применения суперкомпьютера в структуре IBM создано подразделение Watson Business Group, в которое компания инвестировала 1 млрд. долл. В штате нового подразделения работают более 2 тыс. программистов, исследователей и экспертов. Ожидается, что по мере расширения сферы применения Internet вещей такой продукт будет находить все больший спрос. По прогнозам IBM уже к 2018 г. ежегодная выручка от этого сервиса может составить около 1 млрд. долл. США [11].

В марте 2015 г. было объявлено, что в течение года в IBM будет создано еще одно структурное подразделение для работы в области Internet вещей, главной целью которого будет разработка «Открытой облачной платформы для Internet вещей» (IBM IoT Cloud Open Platform). Платформа предназначена для управления большими массивами данных. Со временем будут разработаны и специализированные пакеты для конкретных отраслей. В работу нового подразделения в течение 4 лет будет инвестировано 3 млрд. долл. В подразделении будут работать 1400 специалистов. В рамках данного проекта IBM будет сотрудничать с телекоммуникационной компанией AT&T, разработчиком процессоров ARM и производителем электронных компонентов Semtech [12].

Заключение

Сейчас Internet вещей и промышленный Internet находятся на пике популярности. Структурные подразделения по реализации этих концепций созданы в таких крупных корпорациях, как Cisco, Intel, Bosch, ABB, Samsung, Toshiba,

Hitachi, Fujitsu и многих других. Программы внедрения концепции Internet вещей разрабатываются и на национальном уровне. Такие программы имеются в США, Германии и Европейском Союзе, Китае, Индии, Южной Корее. Правительства этих стран рассматривают Internet вещей в качестве важного фактора повышения конкурентоспособности своего промышленного производства, прежде всего, за счет повышения эффективности использования оборудования, сокращения капитальных затрат и эксплуатационных издержек, повышения гибкости производства и качества продукции. Широкое внедрение технологий Internet вещей внесет ощутимый вклад и в развитие экономики, и в развитие информационных технологий.

Список литературы

1. *Bob Tita*. Big Data Gives Manufacturers a New Revenue Source. The Wall Street Journal. 2015. June 2 // <http://www.wsj.com/articles/big-data-gives-manufacturers-a-new-revenue-source-1433185734>.
2. Strategic Choices in Building the Smart, Connected Mine/Harvard Business Review/2014. November // <https://hbr.org/2014/11/strategic-choices-in-building-the-smart-connected-mine>.
3. Mining Firm Quadruples Production, with Internet of Everything: Case Study / Cisco. 2014 // <http://www.cisco.com/web/strategy/docs/manufacturing/c36-730784-01-dundee.pdf>.
4. Dassault launches GEOVIA Surpac 6.6 while Chelapech recognised for innovation / International Mining. 2013. December 06 // <http://im-mining.com/2013/12/06/dassault-launches-geovia-surpac-6-6-while-chelapech-recognised-for-innovation/>
5. *James Manyika, Michael Chui, Peter Bisson et al.* Unlocking the potential of the Internet of Things / Insights & Publications. McKinsey. June 2015. http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/the_internet_of_things_the_value_of_digitizing_the_physical_world.
6. *James Passeri*. GE Expects Predix Software to Do for Factories What Apple's iOS Did for Cell Phones. / The Street. 2015. June 03 // <http://www.thestreet.com/story/13174112/1/ge-expects-predix-software-to-do-for-factories-what-apples-ios-did-for-cell-phones.html>.
7. *Richard Clough*. Immelt Sees Big Data Boosting GE Analytics Sales Fourfold / Washington Post. 2014. October 09 // <http://washpost.bloomberg.com/Story?docId=1376-ND5D816JTSFX01-48L6S2RSVQ1OE3NMGS3HC7083A>.
8. Digitalisation is key to Siemens' latest reorganisation / Drives and Controls. 2014. May 07 // http://www.drivescontrols.com/news/fullstory.php/aid/4426/Digitalisation_is_key_to_Siemens_92_latest_reorganisation.html.
9. *Mark T. Hoske*. Data services, cloud platform, manufacturing analytics. 2015. 19 July // <http://www.plantengineering.com/single-article/data-services-cloud-platform-manufacturing-analytics/9a2aa6b1bc7a8ab7bb1fde8278f58693.html>.
10. *Joab Jackson*. IBM pumps \$1.2 billion into global cloud data centers / PC World. 2014. January 16 // <http://www.pcworld.com/article/2088980/ibm-pumps-12-billion-into-global-cloud-data-centers.html>.
11. *Darryl K. Taft*. IBM Launches \$1B Watson Business Unit/eWEEK. 2014 January 08 // <http://www.eweek.com/database/ibm-launches-1b-watson-business-unit.html>.
12. *Chris Preimesberger*. IBM, Google, Intel Leading World in IoT Investment / eWEEK. 2015. July 16 // <http://www.eweek.com/cloud/ibm-google-intel-leading-world-in-iot-investment.html>.

Рысина Валерия Николаевна — канд. экономич. наук, ведущий научный сотрудник
ФИЦ «Информатика и управление» РАН.
Контактный телефон (499) 135-43-25.
E-mail: valrysa@yandex.ru