

# Промышленный интернет на практике: удаленная диагностика станков с ЧПУ с помощью технологии *Winnit*

Максим Кулагин, инженер-технолог, Игорь Волков, коммерческий директор (ООО "Би Питрон СП")

## О новой промышленной революции

В 2011 году ведущие немецкие компании на Ганноверской ярмарке сформулировали идеи для разработки стратегии развития немецкой промышленности и ускорения интеграции "киберфизических систем" в производственные процессы. На основе этих идей немецкое правительство выработало стратегию развития, согласно которой в настоящее время промышленность переживает новую, четвертую по счету, промышленную революцию, названную "**Индустрия 4.0**". Этот термин, несмотря на его немецкое происхождение, теперь широко применяется в литературе при обозначении совокупности новых промышленных технологий. Аналогичные программы были созданы и в других европейских странах: в Нидерландах – *Smart Factory*, во Франции – *Usine du Futur*, в Великобритании – *High Value Manufacturing* и др. В США в 2014 году компании *General Electric*, *AT&T*, *Cisco*, *IBM* и *Intel* создали Консорциум промышленного интернета (*Industrial Internet Consortium*) с целью координировать усилия по интеграции и связыванию объектов с людьми, процессами и данными с использованием стандартных структур, обеспечивающих взаимозаменяемость, и открытых стандартов данных.

Что касается России, то тема четвертой промышленной революции и промышленного интернета вещей обсуждается на самом высоком уровне и уже определена как одно из стратегических направлений развития экономики. На главной пленарной сессии "*Industry + Internet*" ведущей промышленной выставки "ИННОПРОМ-2016", проходившей в июле 2016 года в Екатеринбурге, было объявлено, что уже подготовлен проект "дорожной карты" по развитию технологий индустриального интернета, который будет утвержден и принят к реализации в ближайшее время.

## Технологии *Industry 4.0*

Концепция Индустрии 4.0 предполагает децентрализацию производственного процесса. Это означает, что в процессе производства изделие активно взаимодействует с технологическим оборудованием, системами логистики и другими объектами инфраструктуры, чтобы "на лету" оптимизировать производственный процесс в зависимости от текущей ситуации, внося корректировки в план производства. Новая промышленная революция состоит в появлении и бурном развитии таких технологий как: интернет вещей (*IoT*), облачные вычисления, обработка больших объемов данных, аддитивное производство, использование нового поколения "умных"

роботов, которые и создают новые производственные реалии.

Интернет вещей предполагает подключение к глобальной компьютерной сети бытовых предметов при помощи встроенных модулей связи, благодаря чему они получают возможность взаимодействовать друг с другом, внешней средой, обмениваться данными и совершать операции без участия человека. Список предметов, которые могут использовать эту возможность, неограничен: это могут быть автотранспорт, бытовая техника, коммуникационные приборы. Датчики, встроенные в предметы, в режиме реального времени отслеживают происходящие процессы, встроенные модули связи осуществляют коммуникацию с другими предметами по Сети. Главное достоинство этой технологии в том, что устройства могут самостоятельно обрабатывать поступающую информацию и реагировать на происходящее.

Промышленный интернет вещей (*Industrial Internet of Things – IIoT*) является развитием "бытового" интернета вещей применительно к промышленному производству – со своими протоколами передачи информации, требованиями к безопасности и надежности соединений.

Промышленный интернет вещей включает в себя следующие обязательные компоненты:

- датчики, фиксирующие определенные параметры или события, способные их анализировать и передавать информацию по Сети;
- средства связи – сетевая инфраструктура, состоящая из разнородных каналов связи (мобильные, спутниковые, беспроводные и фиксированные);
- программные платформы разных производителей для промышленного интернета вещей, предназначенные для управления устройствами и связью, приложениями и аналитическими решениями. Платформа должна включать в себя системы обеспечения безопасности и инструменты для быстрой разработки приложений;
- приложения и аналитическое ПО – слой программного обеспечения, отвечающий за аналитическую обработку данных, создание предсказательных моделей и интеллектуальное управление устройствами;
- системы хранения данных, способные сохранять и обрабатывать огромные массивы разнородной информации.

Несмотря на то, что в различных западных изданиях перспектива развития технологий Индустрии 4.0 в глобальной постановке оценивается в 10–20 лет, уже сегодня некоторые элементы и составляющие готовы для промышленного применения и

обеспечения соответствующих преимуществ для отдельно взятой производственной компании. В частности, это касается промышленного интернета. Развитие электронной компонентной базы, применяемой в промышленном оборудовании, достигло того уровня, когда датчики и системы управления, устройства и сети передачи информации стали доступны широкому кругу потребителей. При сравнительно небольших капиталовложениях можно организовать высокопроизводительную локальную систему промышленного интернета вещей.

## Платформа *Winum*

Отрадно осознавать, что силами российских разработчиков (компания ООО “Сигнум”) создана универсальная программная платформа для промышленного интернета вещей – *Winum*. Она является интегрирующей средой, в обязанности которой входит обеспечение сбора, хранения и обработки больших объемов данных, поступающих от различных сетевых устройств, поддержка пользовательских приложений для работы с ними.

Платформа *Winum* основана на *JavaEE* – промышленной технологии на базе языка программирования *Java* – которая, в основном, применяется в высокопроизводительных проектах, где необходима надежность, масштабируемость и гибкость.

*Winum* состоит из четырех основных компонентов, каждый из которых предназначен для выполнения определенной функции (рис. 1).

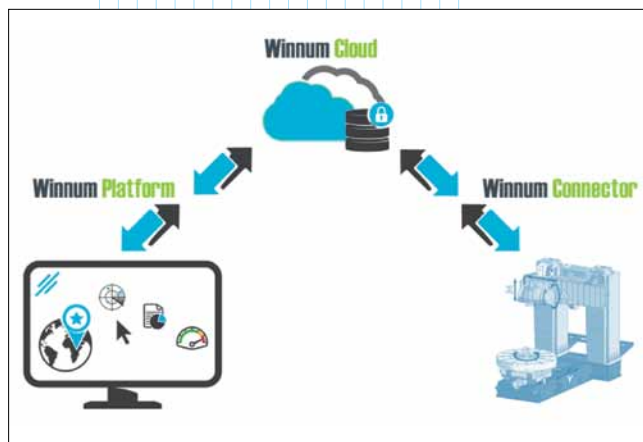


Рис. 1. Основные программные компоненты *Winum*

### 1 Winum Platform

Так называется основное межплатформенное программное обеспечение, которое дает возможность настройки, мониторинга, диагностики и управления подключениями – в том числе разработку, настройку и управление специализированными приложениями для удаленной работы с изделиями.

В рамках *Winum Platform* информация об объектах мониторинга, контролируемых параметрах и пользователях системы структурирована и объединена иерархическими и логическими связями.

Например, оборудование можно объединять в группы согласно их территориальному расположению; контролируемые параметры можно упорядочивать согласно конструктивной схеме оборудования и типу снимаемого сигнала; пользователям системы можно назначать роли согласно штатному расписанию предприятия. Таким образом, большой объем данных дозируется и предоставляется пользователям в соответствии с их потребностями.

Упрощенно, процесс работы в *Winum Platform* заключается в следующем:

- моделирование будущих объектов путем создания шаблонов изделий, шаблонов устройств и шаблонов объектов данных (сигналов);
- создание физических экземпляров объектов, смоделированных на основе шаблонов и привязка их к организациям;
- настройка правил и алгоритмов диагностики;
- конфигурирование облака на основе данных, указанных в шаблонах, и подключение к облаку реальных изделий;
- настройка специализированных программ и пользовательских интерфейсов;
- контроль и поддержка изменений.

### 2 Winum Cloud

Так называется межплатформенное программное обеспечение, представленное в виде защищенного облака (которое может быть размещено как в интернете, так и внутри локальной сети), и используемое для обработки, стандартизации и хранения больших объемов данных. Поскольку объем данных, получаемых с промышленного оборудования, может быть действительно очень велик, для работы системы применяется распределенное кэш-хранилище, производительность которого позволяет работать с миллиардами записей.

### 3 Winum Connector

Это межплатформенное микропрограммное обеспечение для безопасного подключения устройств и машин к защищенному облаку – с целью сбора, обработки, преобразования и передачи данных от машин в защищенное облако по собственным протоколам взаимодействия.

*Winum Connector* представляет из себя микро-сервер, который поддерживает три режима работы:

- чтение или запись значений параметров (например, скорость вращения шпинделя);
- отслеживание событий (например, появление ошибки);
- выполнение действий (например, при получении команды или при возникновении какого-либо события).

Независимо от режима работы, взаимодействие с облаком происходит по собственному протоколу, который поддерживает *IPv4* и *IPv6*.

### 4 Winum SDK

Это набор интерфейсов, программных инструментов и примеров, предназначенный для упрощения

процесса разработки приложений и интеграции данных с другими бизнес-системами. Набор средств разработки позволяет создавать собственные, легко встраиваемые в *Winnum Platform* приложения или разрабатывать свои информационные системы.

Для связи устройств, передающих данные в систему *Winnum*, могут быть использованы информационные сети любых типов, как проводные, так и беспроводные (в том числе *WiFi*, *GPRS*, *EDGE*, *3G*, *4G*), а тип собираемых данных фактически не ограничен – это могут быть данные о температуре окружающей среды, давлении жидкости, уровне топлива, *GPS*-координаты и т.п. Благодаря этому достигается универсальность платформы – её можно применять в любом секторе экономики, будь то промышленное производство, логистика, сельское хозяйство или медицина.

На платформе *Winnum* уже разработаны различные специализированные решения, ориентированные на быстрое внедрение:

- *Winnum CNC* – Умное ЧПУ;
- *Winnum ITS* – Умная транспортная инфраструктура;
- *Winnum ICE* – Умное оборудование;
- *Winnum EIC* – Умное предотвращение чрезвычайных ситуаций;
- *Winnum TMC* – Умная медицина.

Эти решения предлагают уже настроенные шаблоны оборудования и используемых конечных сетевых устройств, приложения и отчеты для обработки данных, специфичных для конкретной области. За счет этого ввод решения в эксплуатацию осуществляется в срок от одного до пяти дней.

В этом номере мы подробнее остановимся на одном из таких решений: *Winnum CNC* – Умное ЧПУ.

### Решение *Winnum CNC* – Умное ЧПУ

На российских промышленных предприятиях функционирует огромное количество единиц оборудования с программным управлением: токарные и фрезерные станки, электроэрозионные станки и установки лазерной резки, контрольно-измерительные машины и термопластавтоматы. Это дорогостоящее оборудование позволяет существенно повысить эффективность технологических процессов, но требует особого внимания при эксплуатации и обслуживании.

Простой такого оборудования будет существенным образом влиять на увеличение себестоимости производимых на нём деталей. Собственники вынуждены внимательно следить за техническим состоянием, чтобы исключить аварийные ситуации и уменьшить время простоя. Наиболее эффективный подход – производить обслуживание и ремонт станков, основываясь на их реальном техническом состоянии. В этом случае можно своевременно заказать запчасти, спланировать работу

сервисных подразделений, перераспределить нагрузку между другим оборудованием цеха.

Современное оборудование может многое рассказать о себе – многочисленные датчики, постоянно измеряющие температуру, момент, вибрацию, давление, дают актуальную информацию, на основе которой можно определить необходимость профилактического обслуживания или замены того или иного узла. Но как собирать и анализировать огромный массив данных, поступающих с этих датчиков?

Решение *Winnum CNC* предназначено для удаленного мониторинга и диагностики оборудования с ЧПУ. Задача решения – предоставлять актуальную и достоверную информацию об эксплуатации станочного парка в удобной для принятия соответствующего управленческого решения форме (рис. 2).

Давайте рассмотрим, какие данные система собирает со станков и предоставляет пользователям, и какие подразделения предприятия в них нуждаются:

#### ✓ Сведения об использовании и загрузке оборудования

Эта информация будет важна для руководителей всех уровней. Генеральный директор сможет оценить эффективность использования дорогостоящего оборудования, мастера в цехах смогут применять эту информацию для закрытия нарядов по работам, бухгалтерия – для расчета заработной платы наладчиков. Поскольку отчеты гибко настраиваются в зависимости от требований и от прав доступа к информации, каждый пользователь получает информацию в интересующем его срезе. Кроме этого, алгоритмы формирования отчетов настраиваются в соответствии с требованиями предприятия и могут включать в себя обработку нескольких параметров работы станка для определения реальной загрузки. Становится возможным применение схем стимулирования работников в зависимости от реальной эффективности использования оборудования.

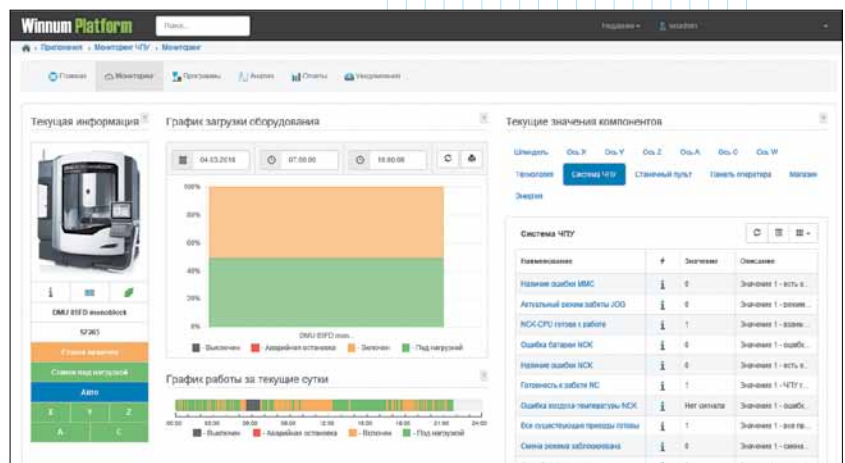


Рис. 2. Мониторинг загрузки оборудования и контроль параметров в реальном времени

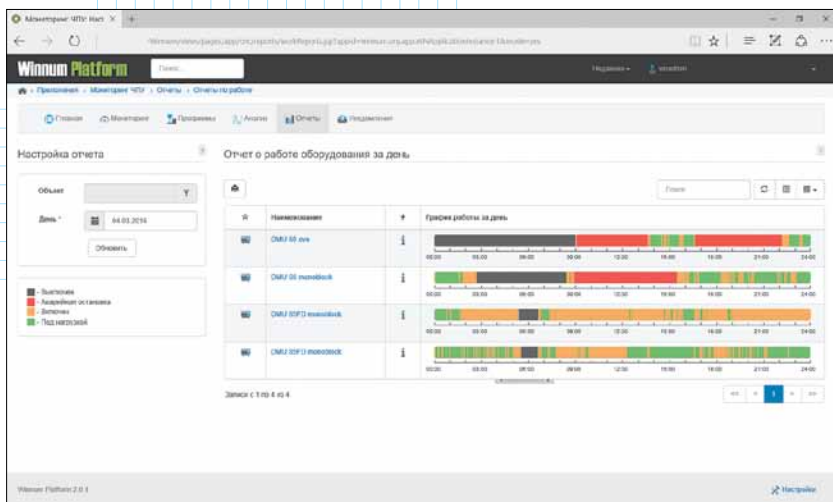


Рис. 3. Сводный отчет о работе оборудования цеха за сутки

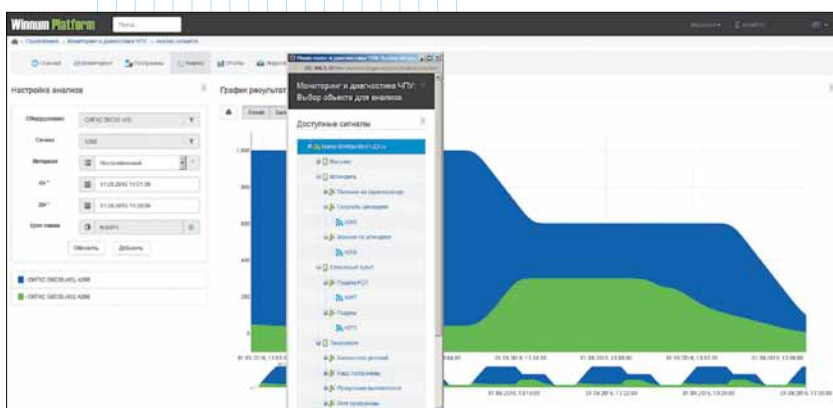


Рис. 4. Анализ параметров скорости вращения шпинделя и нагрузки

✓ **Сведения о наработке по критически важным компонентам оборудования**

Представьте себе, что мы можем получить данные об отработанном двигателем шпинделя времени, об уровне нагрузок во время этой работы, времени простоя. На основании этих данных, особенно при накоплении их за некоторый период, можно разработать план ремонтных работ. Эта информация будет особенно полезна отделу главного механика, руководителям служб ТОиР, в обязанности которых входит обеспечение бесперебойной работы оборудования. Информация о работе оборудования может быть отправлена обслуживающей его организации (внешний подрядчик или внутрикорпоративный сервисный центр). Таким образом, возможно изменение самого принципа осуществления обслуживания: от обслуживания “по графику” на обслуживание “по состоянию”, что позволяет увеличить период работы оборудования между регламентными работами.

✓ **Сведения о событиях, предшествующих аварийному останову**

Расследование причин возникновения чрезвычайных ситуаций с оборудованием позволяет

впоследствии проводить профилактические мероприятия для исключения повторения ситуации в будущем. Информация, собираемая системой, позволяет восстановить цепочку действий, происшедших с оборудованием до возникновения внештатной ситуации, выявить приведшие к ней ошибки. Эта информация будет полезна как руководителям и службам технического обслуживания, так и службам обеспечения техники безопасности.

✓ **Возможность организации единого архива управляющих программ**

Такая возможность будет широко использоваться технологическими отделами, наладчиками и операторами оборудования. Достоинства этого подхода очевидны: исключается необходимость вручную переносить управляющие программы на оборудование, всегда используется их актуальная версия, осуществляется жесткий контроль их изменений.

Состав данных мониторинга определяется набором сигналов системы ЧПУ. Информация предоставляется пользователю непосредственно на рабочем месте через веб-браузер (*Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox*) и включает в себя:

- статус работы (станок включен/выключен, работает по программе, аварийная остановка, работает под нагрузкой и др.);
- состояние узлов (оси, шпиндель, инструментальный магазин, измерительная головка, система смазки, гидростанция, пульт ЧПУ, система подачи СОЖ и др.);
- технологический процесс (наименование УП, номер выполняемого кадра, номер активного инструмента, активное смещение нулевой точки, координаты и пр.);
- статус и состояние приводов, включая отдельный набор сигналов по ним;
- статус и состояние входов-выходов, включая отдельный набор сигналов по ним;
- ошибки, информационные сообщения и предупреждения системы ЧПУ, приводов и подключенной периферии.

При формировании отчетов пользователь использует весь объем данных, полученных от оборудования, а встроенные инструменты разработки из комплекта *Winnum SDK* обеспечивают возможность гибкой настройки графиков и отчетов в соответствии с требованиями предприятия.

По умолчанию формируется следующий набор отчетов:

- график загрузки оборудования за выбранный период времени (любой организационный срез);
- график работы оборудования за сутки с детализацией до секунды (любой организационный срез);
- график значений любых параметров работы за выбранный период времени, включая диагностику состояния оборудования и его узлов (рис. 3+4).

Доступ к отчетам определяется на основе политик доступа, позволяющих выполнить настройку прав с учетом организационной структуры и должности, занимаемой пользователем. Для передачи данных в корпоративные системы управления и планирования (MES/ERP) предусмотрены готовые настройки интеграции.

Важно отметить, что *Winnum* хранит и анализирует данные за большой промежуток времени (неделю, месяц, квартал, год). Именно благодаря разработанным алгоритмам и анализу трендов изменения данных за большой период, обеспечиваются возможности диагностики. Система *Winnum* позволяет не только определить, что какой-то узел выходит из строя, но и понять, на что еще это может повлиять, когда и что требуется проверить или заменить, сколько еще прослужит оборудование.

Помимо мониторинга и диагностики, *Winnum* управляет документацией по техническому обслуживанию и ремонту оборудования и обеспечивает связь с физическими экземплярами эксплуатируемых станков, предлагая сервисным инженерам детальную информацию о причинах неисправностей и порядке их устранения.

Решение *Winnum CNC* поддерживает работу с любыми системами ЧПУ. Единственное условие – возможность подключения контроллера к локальной вычислительной сети *Ethernet* (напрямую или через конвертер, если контроллер оснащен разъемом *RS232/485* или *USB*). Для подключения к системе не требуется модификация контроллера станка или установка на него дополнительного программного или аппаратного обеспечения, что может привести к потере гарантии производителя оборудования. Процесс сбора информации происходит в полностью автоматическом режиме, без участия оператора станка – так гарантируется стопроцентная достоверность получаемой информации. С помощью компонента *Winnum Connector* сигналы, полученные от контроллеров разных производителей, унифицируются, приводятся к единому виду. В состав системы уже включены предварительно настроенные шаблоны контроллеров наиболее популярных

систем ЧПУ: *FANUC*, *HEIDENHAIN*, *HAAS*, *Siemens*, *Mitsubishi*, *WinMax (Hurco)*, “Балт-Систем” и др.

## Информационная безопасность

Архитектура *Winnum* позволяет применять эту систему в вычислительных сетях с любым разделением на сегменты или без него. В целях обеспечения информационной безопасности, в соответствии с нормативными документами ФСТЭК, локальная вычислительная сеть обычно разделяется на сегменты: технологический (объединяющий оборудование) и корпоративный (объединяющий пользователей). При этом компонент *Winnum Connector* устанавливается в технологическом сегменте, а компонент *Winnum Platform* – в корпоративном; передача информации между ними осуществляется по шифрованному протоколу. Компонент *Winnum Cloud* может размещаться как в сети предприятия, так и на внешних серверах.

Рассмотрим два примера развертывания системы *Winnum* (рис. 5):

### 1 Развертывание в закрытой сети предприятия

Этот вариант обеспечивает ограниченный периметр обмена информацией по проводной внутриводской вычислительной сети в пределах цеха или предприятия. Все компоненты *Winnum* находятся в границах одной сети. Такой вариант наиболее предпочтителен для оборонных и режимных предприятий.

### 2 Развертывание в распределенной сети

Внутри предприятия размещены компоненты *Winnum Connector* (для обеспечения получения сигналов с оборудования) и *Winnum Platform* – для предоставления информации пользователям. Компонент *Winnum Cloud* размещен на внешнем сервере сервисной организации.

Возможны также и другие варианты развертывания системы в зависимости от имеющейся на предприятии структуры компьютерной сети.

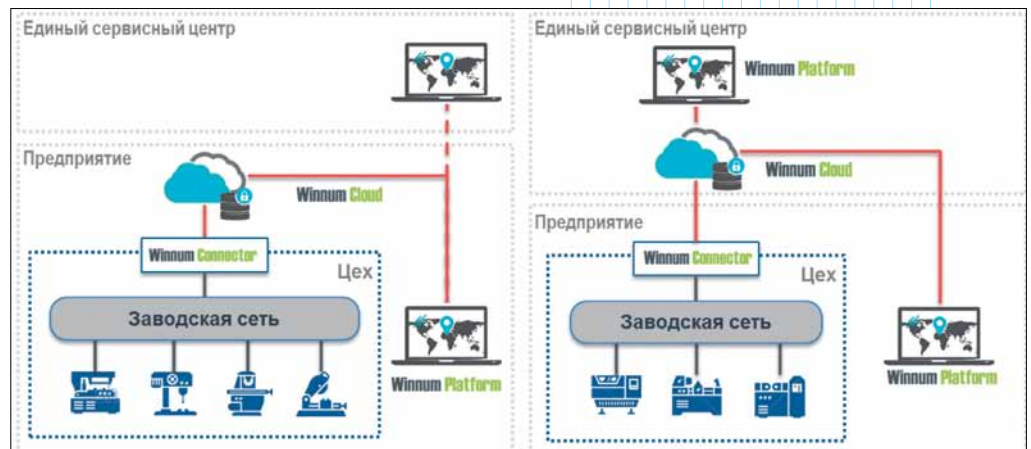


Рис. 5. Два варианта организации сетевого взаимодействия Winnum с цеховым оборудованием

Независимо от варианта реализации, весь обмен данными с оборудованием шифруется, что исключает возможность перехвата информации. Для обеспечения шифрования в состав системы *Winnum* включена *OpenSource*-библиотека **OpenSSL** ([www.openssl.org](http://www.openssl.org)), обеспечивающая использование большинства современных алгоритмов шифрования. Соединение пользователя с *Winnum Platform* осуществляется по безопасному протоколу *https*. Поддерживается работа с основными СУБД, включая *PostgreSQL*, которая разрешена к применению на предприятиях военно-промышленного комплекса.

## Заключение

“Умные” изделия являются логическим развитием технологий, которые применяются для удаленного мониторинга промышленных изделий, особенно на производствах, требующих повышенной безопасности труда – горнодобывающая отрасль, атомная промышленность и т.п. Реализация этих технологий обеспечивается за счет применения *SCADA*-систем (*Supervisory for Control And Data Acquisition*). Доступ к *SCADA* обычно предоставляется ограниченному кругу лиц (операторы, сервисные инженеры). Технологии, предоставляемые *Winnum*, позволяют дополнить возможности *SCADA* и обеспечить доступ к производственным данным всем заинтересованным лицам на основе современных интернет-технологий – с возможностью быстрой разработки приложений под требования конкретной группы

пользователей, а также хранения и управления большими данными в течение неограниченного времени.

Интернету всего 20 лет, и в ближайшие десятилетия мы будем наблюдать его дальнейшее стремительное развитие. Интернет-технологии будут проникать во многие сферы деятельности, включая промышленное производство. Игнорировать это явление бессмысленно, а в условиях рыночной экономики даже опасно. Наиболее дальновидные и активные компании обязательно воспользуются ситуацией и обеспечат себе конкурентное преимущество в виде новых технических характеристик своих изделий, дополнительных сервисов, более гибкого обслуживания заказчиков.

Компания “Би Питрон” следит за развитием промышленных и *IT*-технологий и расширяет линейку своих предложений в соответствии с возникающими потребностями российских предприятий. Подробнее о платформе *Winnum* и других системах и технологиях, предназначенных для повышения эффективности промышленного производства, мы расскажем на семинаре “Системы и технологии цифрового производства”, который состоится 19–20 октября 2016 г. в Санкт-Петербурге. Приглашаем всех желающих ознакомиться с новинками ведущих разработчиков программного обеспечения, принять участие в дискуссиях и неформальном общении в кругу специалистов! Регистрация – на сайте [www.beepitron.com](http://www.beepitron.com). 

СЕМИНАР

# «СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА»

 **BEE PITRON**  
СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

**19-20**  
октября 2016 г.  
г. Санкт-Петербург

Повышение эффективности подготовки производства  
с применением современных информационных технологий  
CAD/CAM/CAE, 3D-моделирование процессов,  
системы управления, контроля и диагностики, IoT

Регистрация и программа на сайте [beepitron.com](http://beepitron.com)

+7 (812) 740-1800



## Партнерство компаний “СИГНУМ” и “Би Питрон СП”

8 августа 2016 года ООО “СИГНУМ”, разработчик решений для промышленного интернета вещей, и ООО “Би Питрон СП” – российская инжиниринговая компания, поставщик решений по автоматизации бизнес-процессов промышленных предприятий – подписали в Москве партнерское соглашение. Данное соглашение предусматривает продвижение платформы *Winnum* и решений на её основе на территории Российской Федерации и стран СНГ.



Мониторинг и диагностика оборудования входят в комплекс мер по повышению производительности труда на промышленных предприятиях; их реализация позволяет получить объективную информацию о работе оборудования и обеспечить его максимально эффективное использование, включая увеличение загрузки и сокращение количества простоев. Решения, основанные на флагманском продукте ООО “СИГНУМ” – *Winnum*, имеют уникальные функции настройки алгоритмов обработки данных, полученных от оборудования в автоматическом режиме, и разработки специальных диагностических программ, удаленный запуск которых на оборудовании позволяет определить его состояние и своевременно принять решение о необходимости сервисных работ до выхода оборудования из строя.

Стороны выражают уверенность в перспективности сотрудничества. Так, **Игорь Волков**, заместитель генерального директора ООО “Би Питрон СП”, отметил, что опыт, накопленный компанией “Би Питрон” при реализации проектов в различных отраслях промышленности, подтверждает актуальность применения технологий превентивного сервисного обслуживания на основе данных онлайн-мониторинга, так как это позволяет сократить издержки при эксплуатации оборудования, что отражается на эффективности производства в целом. Он также подчеркнул, что компания видит заинтересованность российских предприятий в освоении технологий Индустрии 4.0 – промышленного интернета вещей, облачных вычислений, организации киберфизических производственных систем. Всё это позволяет компании с уверенностью заявить, что решения на основе *Winnum* будут востребованы заказчиками и прекрасно дополнят линейку предложений “Би Питрон СП” по автоматизации производства.

В свою очередь, генеральный директор ООО “СИГНУМ” **Григорий Чернобыль** так

прокомментировал подписание соглашения: “Мы ценим исключительные компетенции нашего нового партнера и уверены, что огромный опыт работы компании “Би Питрон СП” в промышленности поможет реализовать новые прогрессивные идеи в области диагностики различного промышленного оборудования”.

### О компаниях

**ООО “СИГНУМ”** ([www.winnum.ru](http://www.winnum.ru)) является глобальным поставщиком решений для промышленного интернета вещей. Головной офис находится в Москве, на территории Инновационного центра “Сколково”. Решения компании предназначены для удаленного мониторинга, диагностики и оптимизации работы изделий и процессов сервисного обслуживания – с возможностью использовать готовые программные решения и инструменты для создания новых пользовательских приложений. Предлагаемые технологии позволяют по-новому посмотреть на всю цепочку создания стоимости и реализовать абсолютно новые, недоступные ранее бизнес-модели – включая, например, модель “Изделие как услуга”.

**ООО “Би Питрон СП”** ([www.beepitron.com](http://www.beepitron.com)) – инжиниринговая компания, с 1992 года занимающаяся автоматизацией бизнес-процессов промышленных предприятий и внедрением инновационных технологий разработки и производства изделий в наукоемких отраслях промышленности. Головной офис находится в Санкт-Петербурге, представительства и офисы – в Москве, Красноярске, Екатеринбурге, Самаре.

Основные направления деятельности компании:

- Услуги по реинжинирингу и автоматизации бизнес-процессов при организации цифровых и интеллектуальных производств, основанных на принципах Индустрии 4.0.
- Поставка и внедрение систем и технологий автоматизированного проектирования и подготовки производства на базе разработок лучших мировых и российских производителей программного обеспечения.
- Оказание услуг по освоению производства изделий из полимерных композиционных материалов, включая разработку технологий, изготовление и поставку технологического оборудования.