



Якоб Дюк

## Цифровизация становится умнее

В своём стремлении к внедрению цифровых технологий IIoT производители промышленного оборудования часто сомневаются в том, какой подход необходимо применить, какие шаги предпринять в первую очередь, что может подождать, а что наиболее существенно. В этой статье обобщён имеющийся опыт заказчиков компании HARTING Technology Group, работающих в области машиностроения, а также приведены некоторые рекомендации по решению важных вопросов, возникающих в процессе модернизации производства.

Такие темы, как цифровизация и технологии промышленного Интернета вещей, постоянно мелькают в средствах массовой информации. Им отводится значительное место и в информационных источниках для специалистов разных отраслей. Некоторые компании, например Amazon или Uber, часто приводят примеры, демонстрирующие всему миру, как стратегии цифровизации могут применяться для достижения экономического успеха в процессе согласованной цифровизации Интернет-торговли и логистики (Amazon) или в процессе применения цифровых технологий для использования имеющихся ресурсов (Uber). Производители изделий промышленного назначения тоже задаются вопросом о том, могут ли они быстро достичь успешных результатов благодаря цифровизации, и если да, то как (рис. 1).

В отношении вопросов цифровизации и IIoT (промышленного Интернета вещей) для производственных систем необходимо использовать менее обобщённый подход. Рассмотрим возможные шаги по цифровизации типового жизненного цикла оборудования, и если говорить более конкретно, только те шаги, которые относятся к продуктам и услугам, предоставляемым конечному пользователю. Мы не будем рассматривать радикально новые технологии и бизнес-модели, которые подходят для технического анализа, но для которых в настоящее время не определена законодательная база (например, межмашинные взаимодействия по заказу и оплате — Machine-to-Machine Order & Payment).

### ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Прежде всего следует упомянуть об одном фундаментальном аспекте. Не-

которые эксперты сомневаются, что технологии цифровизации и IIoT в машиностроении и проектировании вообще способны стать причиной изменения основ или даже радикального изменения существующих бизнес-моделей. Вот комментарий доктора Понтера Дюка, частного венчурного инвестора и бывшего технического директора компании IBM, по этому вопросу: «Перед наводнением строите лодки, а не дамбы... Строим ли мы лодки для того, чтобы в будущем доплыть на них до нового цифрового континента? Ведь мы говорим, что находимся в поисках цифровых инноваций, которые позволят нам вступить в новую эпоху» (рис. 2). В исследовании «Цифровизация в машиностроении» [1] приводятся более конкретные понятия, а также мнение эксперта: «Очевидно, что мы останемся инженерами в области машиностроения и не превратимся в программистов. Но для того чтобы продать наше оборудование и обеспечить высокие позиции на рынке, нам необходимо программное обеспечение и сетевые технологии. Внедряя цифровые технологии, мы хотим помочь нашим заказчикам лучше решать поставленные перед ними задачи. И прежде всего, мы хотим реализовать новые возможности в сфере цифровых технологий, чтобы напрямую взаимодействовать с нашими заказчиками. Это перспективная страте-



Рис. 1. Цифровизация производственных систем



Рис. 2. Модульные и масштабируемые соединительные компоненты HARTING для сетей Ethernet

гия, которая ограничивает влияние извне, и никто — ни Amazon, ни Google, ни Microsoft, ни кто-либо ещё — не встанет между нами и нашими заказчиками». Конкуренция не оставляет производителям изделий промышленного назначения иного выбора, кроме необходимости учитывать развитие цифровых технологий.

Следовательно, это не вопрос выбора, а задача, которую необходимо решать. Тем не менее заинтересованные лица совершенно по-разному оценивают текущее состояние цифровизации и необходимые приоритеты с точки зрения развития машиностроения и проектирования. Пюнтер Кегель, председатель правления компании Pepperl+Fuchs, который в настоящее время является президентом ассоциации производителей электротехнической и электронной промышленности Германии (ZVEI), в своём интервью [2] дал следующий комментарий: «Я думаю, что мы двигаемся вперёд слишком медленно. Перед нами открываются такие разные возможности, что нужно сделать осознанный выбор, на что потратить ресурсы, какие степени свободы предпочесть, и, может быть, принять что-то новое. Нам нужно взвесить все за и против и решить, какие подходы нужны в практическом воплощении уже сейчас, а какие подходы можно реализовать позже, в более долгосрочной перспективе». Приведённые высказывания иллюстрируют тот факт, что заинтересованные специалисты дают разную оценку существующей ситуации в машиностроении. В конце 2019 года Commerzbank AG попытался

провести количественный анализ цифровизации в сфере машиностроения Германии [3]: «Ключевым критерием развития для компании, ведущей свою деятельность на базе цифровых технологий, является интеграция решений для построения цифровых платформ, как на уровне процессов, так и на уровне сервисов, а также на уровне продаж. При этом три из четырёх компаний сектора утверждают, что платформы IIoT имеют для них важное значение, и приблизительно 30 процентов компаний уже внедрили соответствующие решения». Это означает, что более половины немецких машиностроительных компаний пока не предприняли никаких шагов в направлении внедрения цифровизации/IIoT. Похожая ситуация складывается и в других странах со схожим уровнем развития машиностроительной отрасли.

Но какие успешные примеры можно отметить среди машиностроительных компаний — клиентов HARTING Technology Group (рис. 3), и какие конкретные шаги можно порекомендовать?

### Анализ потребностей рынка

Для построения своих производственных систем производителям важно определить ключевых игроков в области промышленной цифровизации/IIoT и принять во внимание их роль, возможности и интересы:

- **производители промышленных товаров** — поставщики отдельных модулей оборудования или комплексного оборудования/систем, обладающие собственными ноу-хау. Они могут

предложить пользователям оборудования ключевые функции, которые характеризуются существенными отличиями с точки зрения экономической эффективности, а также расширить эти функции с целью интеграции цифровых компонентов и сервисов IIoT;

- **поставщики компонентов для средств автоматизации** — поставщики ПЛК, систем ЧПУ, промышленных компьютеров, ЧМИ, систем приводов, технологий для измерений, датчиков и т.д. — компании, специализирующиеся в основном на производстве цифровых систем на базе контроллеров. Эти системы применяют цифровые сигналы и данные для непосредственного управления оборудованием и процессами, в будущем они также могут быть адаптированы для сбора других сигналов и данных;
- **поставщики программного обеспечения для управления производством** на уровне предприятия/компании — поставщики ERP, MES и других аналогичных информационных систем управления, которые обеспечивают взаимодействие на самом высоком уровне с целью управления бизнес-процессами и обработки больших массивов данных. Тем не менее такие системы редко имеют доступ к данным оборудования и процесса;
- **поставщики платформ для реализации новых бизнес-моделей** по-прежнему мало представлены в сфере производства промышленных товаров — это широко известные компании, работающие в секторе B2C, например, Amazon & Co. Но по мере роста спроса на модели с подпиской (Pay per Use, Pay per Month, Pay per Unit — оплата за использование, за месяц, за единицу и т.д.) наблюдается активность в секторе B2B, и поставщики платформ надеются завоевать рынок, предоставляя новые преимущества и сервис-ориентированные модели;

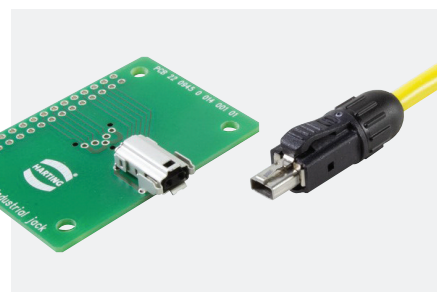


Рис. 3. Соединитель HARTING T1 Industrial для реализации технологии SPE в сетях Ethernet



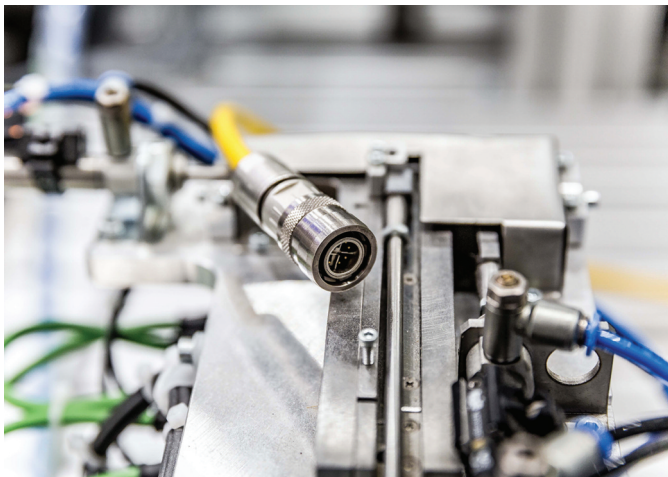


Рис. 4. HARTING PushPull RJ45 – соединитель для применения в машиностроительной отрасли



Рис. 5. HARTING M12 с X-кодировкой – стандартный высокопроизводительный соединитель для передачи данных в машиностроительной отрасли

- **ассоциации и партнёрства, направленные на развитие цифровизации и ИИТ** – стратегические партнёрства машиностроительных и ИТ-компаний, цель которых часто состоит в создании открытой и независимой среды ИИТ, а также соответствующих стандартов на основе инновационных программных решений и технологий (например, Open Industry 4.0 Alliance: Endress + Hauser, KUKA, MULTIVAC, Pepperl+Fuchs, SAP, SVA, Voith и др.; Open Manufacturing Platform: BMW и Microsoft, umati – universal machine tool interface и т.д.);

- **пользователи/операторы оборудования и агрегатов** – во-первых, они обладают глубокими профессиональными знаниями в области эксплуатации оборудования и агрегатов, а также применения соответствующих технологий, очень хорошо понимают причины возникающих проблем. Во-вторых, они также являются главными «бенефициарами» продолжающегося развития технологий, в том числе всех аспектов цифровизации.

Кроме того, цифровизацию в сфере производства изделий промышленного назначения нельзя рассматривать как отдельный тренд: она затрагивает все ключевые тенденции, среди которых можно выделить следующие:

- **Индустрия 4.0/промышленное производство отдельных продуктов** – конечным пользователям необходимо всё большее разнообразие производственных систем: должно обеспечиваться производство максимально широкого спектра продуктов небольшими или средними партиями при использовании одной системы;
- **производственные предприятия должны обладать масштабируемостью и**

обеспечивать возможности для последующего экономически эффективного расширения существующих систем с увеличением производительности и объёма выпускаемой продукции;

- **в процессе устранения препятствий на пути внедрения новых производственных систем в сочетании с высокими ожиданиями конечных пользователей, направленными на получение технической поддержки и сервисов, продолжается развитие бизнес-моделей на базе LCC (LCC – затраты в течение срока службы [1]) с новыми бизнес-концепциями (в том числе технического обслуживания, сервисов, модернизации, например, прогностического технического обслуживания), которые становятся для производителей промышленных изделий всё более экономически эффективными и, следовательно, всё более целесообразными;**

- **постоянно растут ожидания пользователей в отношении взаимозаменяемости модулей оборудования и подсистем. Должна обеспечиваться максимальная простота при сочетании оборудования и модулей оборудования различных поставщиков для формирования одной производственной линии. Результатами указанного тренда являются повышение совместимости оборудования и более жёсткая конкуренция производителей.**

Эффективное соблюдение всех этих требований в области машиностроения как с экономической, так и с технической точки зрения можно обеспечить только при использовании согласованных модульных, масштабируемых на разных этапах расширения и, наконец, интегрированных в сеть производственных

систем. Только модульное оборудование, интегрированное в сеть (рис. 4, 5), в долгосрочной перспективе станет успешным с экономической точки зрения – более подробная информация содержится в [4]. Именно модульность, возможности масштабирования и расширяемости существующих систем должны быть главными характеристиками передового аппаратного обеспечения для современного машиностроения в текущей ситуации. Это и есть ключ к успеху цифровизации (ИИТ).

Для демонстрации данного утверждения можно привести два примера из смежных отраслей:

- **модульность** современных промышленных ПЛК, систем ЧПУ и ЧМИ – это очевидный факт. В этом смысле соответствующее аппаратное обеспечение и среда разработки создаются для каждого конкретного случая на основе принципа «ровно столько, сколько нужно». Но при необходимости доступны дальнейшие обновления, в частности, для интерфейсов передачи данных. Таким образом, последующее расширение, «рост» программного обеспечения для управления в поставляемых системах, в принципе, не является проблемой, а ограничивается только ноу-хау поставщиков, работающих с промышленными компаниями;

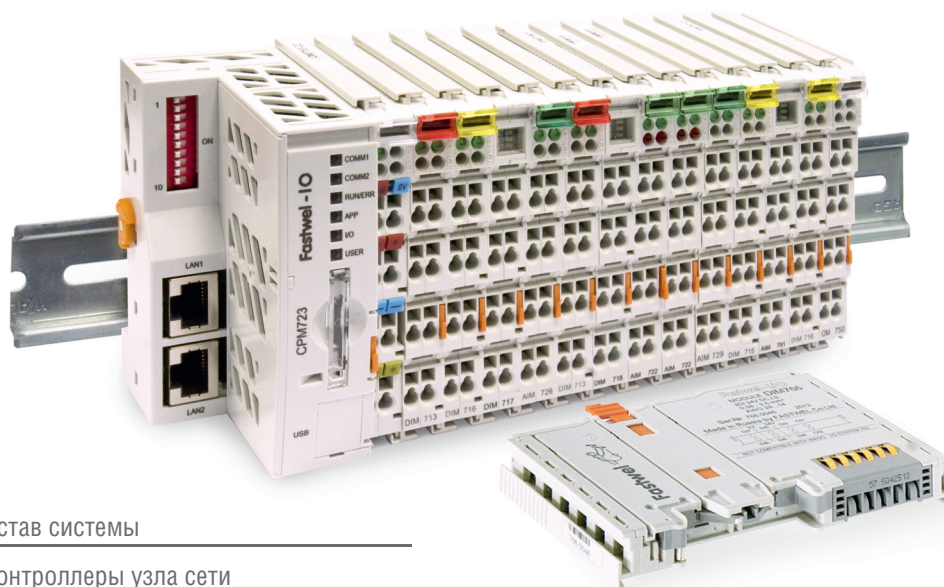
- **масштабируемость** высокопроизводительных систем привода, содержащих сервоинвертер и серводвигатель, не всегда реализована производителями в аппаратном обеспечении, а только в программных средствах (например, программная прошивка двигателей внутреннего сгорания). Следовательно, для построения как простых, так и более сложных продуктов приме-

# Распределённая система ввода-вывода **FASTWEL I/O**

МОРСКОЙ РЕГИСТР  
ПОЖАРНЫЙ СЕРТИФИКАТ  
СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ  
РЕЕСТР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

**-40...+85°C**

**95%**



## Состав системы

- Контроллеры узла сети
- Модули:
  - дискретного ввода-вывода
  - аналогового ввода-вывода
  - измерения температуры
  - сетевых интерфейсов

## Модульный программируемый контроллер

- Процессоры 500/600 МГц
- Встроенный и внешний флэш-накопители объёмом до 32 Гбайт
- Энергонезависимая память 128 кбайт с линейным доступом
- Бесплатная адаптированная среда разработки приложений CODESYS
- Часы реального времени
- Сервис точного времени на базе GPS/GLONASS PPS
- Модули ввода-вывода с контролем целостности цепей



- CPM711**
- Протокол передачи данных CANopen
  - Сетевой интерфейс CAN



- CPM712**
- Протокол передачи данных Modbus RTU, DNP3
  - Сетевой интерфейс RS-485



- CPM713**
- Протокол передачи данных Modbus TCP, DNP3
  - Сетевой интерфейс Ethernet



- CPM723**
- Протоколы передачи данных Modbus TCP/RTU
  - Сетевой интерфейс 2×Ethernet



няется стандартное аппаратное обеспечение, и только программное обеспечение определяет функциональность и производительность конкретной системы, установленной на площадке заказчика.

Поскольку экономический успех цифровизации в сфере машиностроения может значительно разниться от сегмента к сегменту и, кроме прочего, зависит от специализации и бизнес-моделей компании, здесь сложно дать конкретные рекомендации.

## КАК СОЗДАВАТЬ УСПЕШНЫЕ ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ

Оценивая опыт заказчиков компании HARTING в разных сегментах машиностроительной отрасли в различных странах мира, можно выделить три аспекта:

- функции и элементы существующего программного обеспечения **базовой начальной системы** должны иметь самый высокий приоритет:
  - ключевые функции, которые относятся к главной специализации производителя;
  - базовые функции, которые применяются во всей системе, но не оказывают влияния на основные ноу-хау;
  - дополнительные или вспомогательные функции, которые играют второстепенную роль для производителя и конечного пользователя и, как правило, приобретаются в виде подсистем;
- на следующем этапе необходимо объединить **профессиональные знания конечных пользователей (заказчиков) и собственных экспертов**, которые могут быть важными для возможных проектов цифровизации, определить предпочтения для функций и элементов программного обеспечения с более высоким приоритетом. Далее следует попробовать сравнить полученные результаты с ноу-хау конкурентов и составить **список требований**. С точки зрения приоритетных функций и элементов программного обеспечения список должен быть максимально модульным и исчерпывающим;
- затем необходимо оценить **экономическую эффективность цифровизации** для отдельных функциональных модулей. На этом этапе рекомендуется привлечь всех собственных экспертов компании из всей цепочки создания ценности и предоставления услуг:

разработка и проектирование, планирование проекта и продажи, производство и сборка, документация, обслуживание и постгарантийное обслуживание. Кроме того, оценка может предоставляться и сторонними специалистами, а также на основании любых ранее определённых спецификаций или стандартов, которые могут применяться в качестве шаблонов (например, стандартов umati).

Самые главные сложности для промышленной компании на этом этапе:

- наличие противоречий между различными индивидуальными требованиями заказчиков оборудования и экономической целесообразностью развёртывания необходимого небольшого количества модулей/процессов для соблюдения этих требований (в частности, для реализации ключевых функций). Промышленные компании уже сегодня решают эту проблему, постепенно разбивая свои системы на логические блоки для формирования модульной структуры. Для того чтобы на этом этапе цифровизация стала экономически эффективной, следует учитывать следующие условия:
  - нужно собрать как можно больше информации по технологическим процессам и параметрам оборудования и упорядочить эту информацию на самом низком модульном уровне с целью реализации будущих проектов цифровизации, то есть использовать уже доступные источники, данные и модели оборудования и процессов. Особое внимание следует обратить на ранее не используемые или мало используемые интеллектуальные свойства средств автоматизации, например приводов, датчиков, для определения состояния оборудования и процесса и т.д.;
  - на всех высоких уровнях (периферийный уровень и выше) следует выбрать самые открытые и перспективные стандарты, доступные для физических соединений, а также новейшее программное обеспечение и протоколы взаимодействия;
- применение обобщённых концепций и выбор недостаточно чётко сформулированных целей в сочетании со слишком высокими ожиданиями в отношении экономического эффекта цифровизации приведут к разочарованию. Во-первых, при реализации

важных проектов ожидания руководства предприятия часто завышены, а во-вторых, количество доступных ресурсов недостаточно. Поэтому в процессе разработки, реализации и поддержки проектов цифровизации не рекомендуется стремиться получить всё и сразу. Следует также учитывать следующие аспекты:

- определение подпроектов должно проводиться в соответствии с модулями, и необходимо сосредоточиться на ключевых функциях с высоким приоритетом;
- архитектура соединений на физическом уровне, а также на уровне передачи данных всегда должна строиться на базе самых современных технологий и быть открытой для последующего обновления и расширения программного обеспечения;
- участников проекта необходимо разделить на междисциплинарные рабочие группы, во-первых, для организации непрерывного динамичного обмена информацией, а во-вторых, для обеспечения возможности взаимодействия с руководством компании в любое время с целью корректировки поставленных задач и целей.

**Наконец, самое последнее и главное правило:** если степень модульности проектов цифровизации (программных средств) будет соответствовать степени модульности оборудования и систем (аппаратных средств), а также функций современных физических соединений и интерфейсов для передачи данных, то промышленная компания сможет построить оптимальную с экономической и технической точки зрения систему в соответствии с актуальными требованиями заказчиков.

Такие системы также характеризуются максимальными возможностями в текущий момент времени для того, чтобы соответствовать постоянно растущим и до сих пор не до конца определённым будущим требованиям.

Соединения играют важную роль в модульных сетевых производственных системах: их называют жизненно важными нервными путями и синапсами, обеспечивающими необходимую инфраструктуру для взаимодействия модулей и оборудования, периферийных устройств, взаимодействия предприятия с другими, более высокими уровнями. Компания HARTING Technology Group предоставляет решения для всех



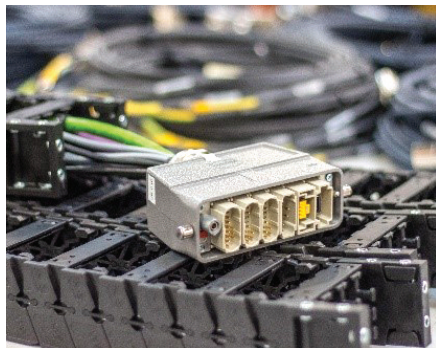


Рис. 6. Han-Modular® – проверенный гибридный соединитель для передачи электропитания и данных, подходящий для решения сложных задач при соблюдении строгих промышленных требований

соединений (рис. 6), которые необходимы в современных и перспективных системах управления, приводах, ЧМИ, а также технологии взаимодействия для производственных систем с целью внедрения и развития цифровых технологий в соответствующих отраслях без функциональных ограничений. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Jürgen Dispan, Martin Schwarz-Kocher. Digitalisierung im Maschinenbau. — Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung, 2018.
2. Interview mit Digitalisierungsexperte Dr. Gunther Kegel: „Es braucht kein neues Geschäftsmodell, sondern das Alte digitalisiert“ [Электронный ресурс] // Режим доступа : <https://www.industry-forward.com/2018/10/23/interview-mit-digitalisierungsexperte-dr-kegel/>.
3. Fokusbericht Cybersecurity [Электронный ресурс] // Режим доступа : [https://www.commerzbank.ru/portal/media/corporate-banking/contentrefresh/sectors/Fokusbericht\\_Cybersecurity\\_Kurzversion.pdf](https://www.commerzbank.ru/portal/media/corporate-banking/contentrefresh/sectors/Fokusbericht_Cybersecurity_Kurzversion.pdf).
4. Якоб Дюк. Модульность в технологиях производства: как далеко вы хотите зайти в миниатюризации? // Современная электроника. — 2020. — № 9.

В статье использованы иллюстрации с сайта [www.harting.com](http://www.harting.com).

## Виртуальная выставка Getac для производственных предприятий

В связи с пандемией коронавируса COVID-19 и ограничениями в передвижениях своих партнёров и клиентов компания **Getac**, ведущий производитель защищённых мобильных компьютеров, продолжает размещать виртуальные выставки в Интернете и запускает вторую выставку, теперь на тему промышленных предприятий. Благодаря современным 3D-технологиям производитель создал мероприятие, где посетители могут взаимодействовать с защищёнными устройствами Getac в Интернете из любой точки мира в удобное для них время. Цифровая выставка позволяет клиентам и партнёрам Getac изучить ключевые особенности, функциональность, форм-фактор и другие характеристики оборудования.

На выставке представлен ряд продуктов, незаменимых на любом промышленном предприятии. Например, можно ознакомиться с компактным лёгким устройством **T800 G2** — 8" планшетом с энергоэффективным процессором Intel Atom. Планшет создан для удобства пользователя и работы на нём одной рукой. При весе 880 г его толщина составляет всего 24 мм, а размеры не превышают 23×16 см, при этом время автономной работы достигает 10 часов. Двухдиапазонный адаптер Intel® Dual Band Wireless-AC и дополнительная мобильная широкополосная связь 4G LTE обеспечивают постоянное нахождение в сети оператора на промышленных предприятиях. Планшет оснащён функциями безопасности, включая многофакторную аутентификацию, для защиты от вредоносных угроз и вторжений. Устройство создано для профилактического обслуживания и осуществления производственных процессов, поддержки всего оборудования в рабочем состоянии. Применение планшета увеличивает коэффициент

использования и производительность оборудования, сводя к минимуму дорогостоящие и внеплановые простои.

Также представлен ноутбук **B360** — новинка 2020 года, которая определённо стала одной из самых востребованных моделей всей линейки. Полностью защищённый ноутбук B360 станет портативным вычислительным устройством для применения на любом промышленном объекте. B360 обеспечивает молниеносную реакцию благодаря процессору Intel® Core™ 10-го поколения и графике Intel® UHD. Лёгкий портативный ноутбук соответствует сертификатам надёжности. B360 выдерживает дождь, пыль, удары, вибрацию и имеет дополнительную сертификацию по защите от солевого тумана. Ноутбук сертифицирован по стандартам MIL-STD-810H, MIL-STD-461G и имеет степень защиты IP66. Большой дисплей позволяет просматривать сложные схематические чертежи и рабочие инструкции. Это прочное устройство весит всего 2,32 кг, поэтому его легко носить с собой операторам системы. B360 позволяет подключаться к различным диагностическим приборам через порты RJ-45, RS-232 или USB, с лёгкостью отслеживать и синхронизировать данные через Wi-Fi, 4G и Bluetooth.

На виртуальной выставке также представлены полузащищённый ноутбук **S410**, взрывозащищённый планшет **UX10**, компактный планшет **ZX70** на базе ОС Android, 11" планшет **F110**. Для более детального осмотра экспозиции необходимо зарегистрироваться, после этого можно ознакомиться с передовыми технологиями Getac.

Наряду с трёхмерной демонстрацией продукции посетители могут посетить ряд ресурсов, записаться на виртуальные встречи с экспертами Getac, просмотреть видеоролики для знакомства с оборудованием и узнать о проектах на базе устройств, выпускаемых компанией. С помощью этой новой концепции Getac надеется создать яркие и полезные впечатления от своего бренда.

Более 30 лет Getac производит надёжные аппаратные решения для широкого спектра вертикальных рынков, включая ответственные применения, общественную безопасность, аварийные, коммунальные и полевые службы, нефтегазовую отрасль, телекоммуникации, транспорт и промышленное производство. Как один из ведущих поставщиков защищённых компьютеров Getac предлагает самую широкую линейку защищённых ноутбуков, трансформируемых моделей и планшетов. ●

