

# Модернизация подвижного состава железных дорог в партнёрстве с SCHROFF

Виктор Гарсия

В статье рассматриваются специализированные решения компании nVent SCHROFF для компактного размещения электронного оборудования на подвижном составе железных дорог в свете масштабной модернизации и цифровизации железнодорожной инфраструктуры с использованием технологий беспроводной связи 5G и промышленного Интернета вещей – IIoT. Отмечена ведущая роль модульных конструкций с высоким уровнем экранирования электромагнитных полей в обеспечении электромагнитной совместимости оборудования.

## ВВЕДЕНИЕ

Тенденции развития общественного транспорта, урбанизации, цифровых технологий промышленного Интернета вещей (IIoT) и интеллектуальных сетей железных дорог и городов заставляют производителей подвижного состава и железнодорожную промышленность коренным образом переосмыслить планы дальнейшего развития в связи с переходом на коммуникационные стандарты беспроводной связи 4G-LTE или 5G. Расширенная поддержка на государственном уровне экологически чистого транспорта – скоростных железных дорог – в совокупности с оптимизацией энергопотребления приводит к росту бюджетных расходов

на финансирование проектов развития такой инфраструктуры, которая предполагает основательно снизить выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу.

Спрос на обновление железнодорожной инфраструктуры присутствует во всех регионах, но особенно выражен в быстро развивающихся областях, находящихся в процессе урбанизации.

Увеличение пассажиропотока одновременно с генерацией доходов от продажи билетов побуждает компании-операторы железных дорог искать новые пути для повышения эффективности и рентабельности своей деятельности, а также для увеличения привлекательности железнодорожного транспорта для пассажиров, обеспечивая для

них не только комфортные бытовые условия в пути, но и разнообразные цифровые сервисы и развлечения, что непросто сделать с существующей инфраструктурой, не поддерживающей высокоскоростной доступ в Интернет как для технических систем и оборудования самого поезда, так и для многочисленных персональных электронных гаджетов пассажиров. IIoT начинает играть первостепенную роль в обеспечении железнодорожных перевозок по всему миру. Дополнительным плюсом от внедрения цифровых технологий на железнодорожном транспорте является повышение безопасности перевозок, эксплуатационной надёжности оборудования, улучшение планирования гра-



Рис. 1. Электронные системы, которыми оснащён современный поезд

фика движения поездов и увеличение длительности жизненного цикла железнодорожной инфраструктуры. Таким образом, компании-эксплуатанты железных дорог получают возможность перейти от ситуативного ремонта и технического обслуживания к проактивному – планированию профилактического обслуживания и ремонта подвижного состава и другого оборудования, что позволяет избежать незапланированных простоев, оптимизировать использование трудовых ресурсов и своевременно создавать разумные складские запасы запасных частей и расходных материалов.

Железнодорожная отрасль с хорошо развитой, но устаревшей инфраструктурой нуждается в модернизации ныне действующего подвижного состава, что позволит проводить упреждающее техническое обслуживание, обеспечить выполнение всех функций безопасности, внедрение следующего поколения стандартов беспроводной связи 4G-LTE и 5G для повышения качества обслуживания пассажиров и совершенствования систем автоматики и сигнализации.

Для реализации всех упомянутых функций требуется оснащение современных и перспективных поездов большим количеством электронных систем (рис. 1), в свою очередь состоящих из множества блоков и устройств, которые необходимо разместить внутри поезда так, чтобы они не занимали много места, не ухудшали обитаемости состава, не создавали друг другу помех при работе, имели адекватные системы охлаждения и обогрева для обеспечения работоспособности подвижного состава в любых климатических зонах, обеспечивали простой и лёгкий доступ персонала при ремонте и техническом обслуживании.

Таким образом, модернизация устаревшего оборудования подвижного состава с конструкторской точки зрения представляет собой нетривиальную задачу, прежде всего потому, что требует установки большего числа электронных устройств в ограниченном пространстве кабины. Размещение множества электронных систем на борту – это вопрос компромисса между максимальным увеличением использования окружающего пространства при сохранении комфорта для пассажиров и операторов поездов.

Установка новых электронных приборов неизбежно порождает проблему электромагнитной совместимости. Всё более важную роль приобретают средства электромагнитного экранирования



Рис. 2. Шкаф Varistar с поворотной рамой для установки в кабине машиниста

для обеспечения совместной устойчивой безопасной работы всех электронных систем.

### ОРГАНИЗАЦИЯ БЕСПРЕПЯТСТВЕННОГО ДОСТУПА – ПРЕОДОЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

*Применение: система управления движением поезда, расположенная в кабине машиниста*

Одному известному поставщику оборудования для железнодорожного подвижного состава была поставлена задача модернизировать электронный блок управления в кабине машиниста. При этом, несмотря на ограниченное пространство в кабине, необходимо было обеспечить доступ к электронному оборудованию в стойке со всех сторон. Дополнительную сложность для инженеров-проектировщиков создавал тот факт, что стойка стандартной ширины частично загромождала проход, необходимый для беспрепятственного передвижения машиниста.

Определяющую роль при выборе технического решения сыграло требование организации доступа к электронному оборудованию из кабины машиниста. Инженеры-проектировщики решили применить шкафную платформу Varistar от nVent SCHROFF в качестве прочного

и компактного решения для размещения бортовой электроники на борту подвижного состава. Готовая конструкция занимала минимум полезного пространства на полу кабины, обеспечивая при этом лёгкий доступ к внутреннему оборудованию.

Для обеспечения доступа к электронному оборудованию со всех сторон оно было размещено на специальной поворотной раме, открыв которую можно было получить доступ к оборудованию с задней стороны, а также к неподвижной задней монтажной панели, которая используется для размещения кроссовой части оборудования и кабельной разводки (рис. 2). Без поворотной рамы обслуживающему персоналу было бы необходимо извлечь электронную аппаратуру, расположенную в передней части стойки, чтобы получить доступ к устройствам на задней монтажной панели, что отнимает много времени и повышает риск повреждения электронного оборудования при повторной установке. Гибкая модульная конфигурация шкафа Varistar с поворотной рамой, без труда адаптируемая к требованиям заказчика, позволяет легко решить поставленную задачу. Кроме того, использование модульной шкафной платформы предоставляет инженерам-конструкторам возможность удовлетворить специфические требования, используя

стандартные компоненты, что является менее дорогим вариантом, чем разработка и изготовление полностью заказной конструкции.

#### Ключевые характеристики

- Соответствие стандартам IEC 61 587-1 и EN 50155 для бесперебойной работы под воздействием ударных нагрузок и вибрации.
- Соответствие стандартам EN 61000-5-7 и IEC 61 587-3 для обеспечения электромагнитного экранирования в диапазоне частот до 10 ГГц.
- Соответствие стандартам МЭК 60529, степень защиты от внешних воздействий до IP55.
- Соответствие стандартам EN 45545-2 для низкого дымовыделения с нулевым содержанием галогенов.

### Компактная стойка с разборным каркасом для снижения расходов и размещения в труднодоступных местах

*Применение: бортовой компьютер для систем автоматики, сигнализации и связи на подвижном составе*

Ещё один пример рационального подхода компании nVent SCHROFF к использованию пространства и облегчению монтажа оборудования — стойка с разборным каркасом, скрепляемым болтами (рис. 3).

Цель проектной группы состояла в том, чтобы максимально упростить конструкцию и снизить стоимость бортовой стойки таким образом, чтобы её

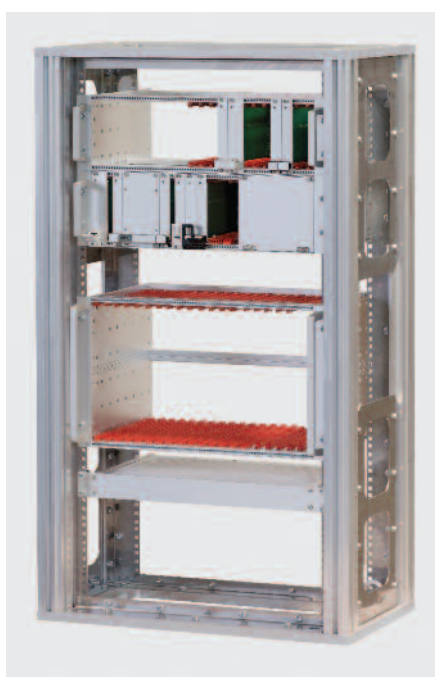


Рис. 3. Стойка с разборным каркасом для подвижного состава железных дорог

можно было транспортировать в плоской упаковке в любую точку мира и оперативно собирать на местах. Электронное оборудование, размещённое в разборной стойке, применяется в критически важных приложениях систем сигнализации и автоматики, в том числе для мониторинга положения поезда и контроля скоростного режима.

Полученная конструкция стойки уникальна тем, что вместо сварного каркаса в ней используется не менее прочный разборный каркас, что позволяет более компактно (и, соответственно, с меньшими затратами) хранить и транспортировать стойку в плоской упаковке. Кроме того, такая конструкция позволяет собирать стойку непосредственно на месте установки в условиях ограниченного пространства, куда она может быть доставлена по частям через узкие двери или люки, в которые стойка со сварным каркасом аналогичных габаритов не могла бы пройти. Иногда собрать стойку на борту поезда куда проще и безопаснее, чем перемещать полностью готовый шкаф с электронным оборудованием в условиях ограниченного пространства при необходимости огибать углы. Рама, скреплённая болтами, была спроектирована и протестирована на ударопрочность и вибростойкость согласно нормативам AREMA и CENELEC и обеспечивает надёжное размещение чувствительного электронного оборудования. Стойка с разборным каркасом, скреплённым болтами, также имеет модульную структуру, позволяющую инженерам легко приспособлять конфигурацию стойки к конкретным условиям эксплуатации.

#### Ключевые характеристики

- Соответствие нормам AREMA 11.5.1 для оборудования класса 1.
- Соответствие нормам CENELEC EN 61373 (категория 1 класс А-В).
- Соответствие нормам EN 45545 (класс А1 в соответствии с EN 13501-1).
- Ударопрочность: одиночные удары до 5g по всем трём осям при жёстком креплении к подвижному составу.

### Индивидуальные монтажные рамы для размещения отдельных электронных блоков на существующем подвижном составе

*Применение: модернизация электронных систем сигнализации и связи*

По мере того как электроника становится всё более и более компактной,

возникает потребность в небольших модульных стеллажных решениях, так как довольно часто доступное в поезде пространство не должно превышать 9U в высоту. Прочные монтажные рамы (рис. 4) для размещения небольших блочных каркасов на подвижном составе обеспечивают компактное размещение бортовой электроники, одновременно снижая расходы на транспортировку, как показано на рисунке, за счёт крепления болтами рамной конструкции. Небольшие габариты монтажных рам позволяют устанавливать электронные блоки в местах, ранее недоступных для этого, например, под креслом машиниста или в пространстве под крышей поезда.

Недавно поставщик систем автоматики и сигнализации занимался обновлением нескольких линий метрополитена крупного азиатского города с установкой новейших систем автоматики и сигнализации. Площадь пространства, отведённого под стойку высотой 9U, была меньше, чем у стандартного 19-дюймового шкафа с электронным оборудованием. Компания nVent SCHROFF предложила стандартную монтажную раму — компактную конструкцию, которая хорошо подходила для такого рода модернизации, помогая инженерам-конструкторам систем автоматики и сигнализации одновременно решить две задачи: размещения в ограниченном пространстве и лёгкости монтажа.

Монтажные рамы представляют собой сварные конструкции, выполнен-

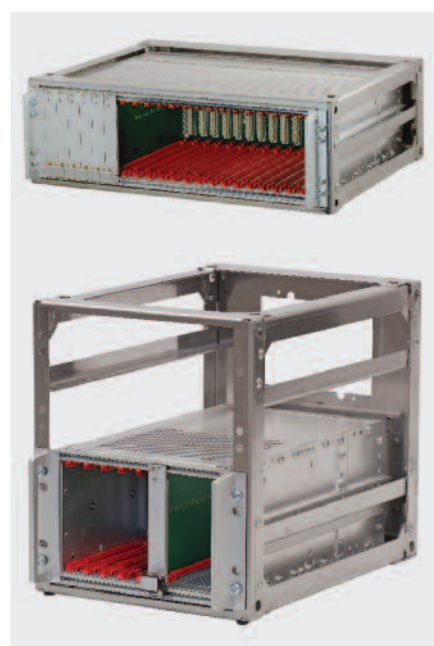


Рис. 4. Стандартные монтажные рамы nVent SCHROFF для подвижного состава железных дорог



ные из нержавеющей стали, и отличаются износоустойчивостью, виброустойчивостью, ударопрочностью и коррозионной стойкостью.

При использовании модульной конструкции монтажные рамы могут быть легко установлены одна на другую или соединены в ряд при помощи стандартных крепёжных элементов. Открытая со всех сторон монтажная рама обеспечивает беспрепятственный доступ обслуживающего персонала к установленному внутри электронному оборудованию. Кроме того, открытый дизайн обеспечивает эффективное охлаждение оборудования и упрощает подключение внешних кабелей.

#### Ключевые характеристики

- Сварные соединения соответствуют стандартам EN 15085 (CL2) и AWS.
- Рамы рассчитаны на систематическую вибрацию, ударные нагрузки, воздействие высоких температур и высокую влажность воздуха.
- Высота 3, 6 и 9U, ширина 36 и 84HP, глубина 341,8 мм.
- Подходят для блочных каркасов высотой 1, 2 или 3U, сертифицированных для применения на железных дорогах.
- Задняя стенка подготовлена под установку разъёмов различных типов.

### УСИЛЕННЫЕ БЛОЧНЫЕ КАРКАСЫ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ ФОРМАТА 3 ИЛИ 6U НА ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

*Применение: резервированный бортовой компьютер для обеспечения безопасного движения поезда*

Для систем, связанных с обеспечением безопасного движения поезда, в том числе его аварийного торможения при необходимости, требуется повышенная защита от внешних воздействий. Такое электронное оборудование должно безотказно работать не только в условиях общих для подвижного состава вибрационных и ударных нагрузок, но и при воздействии мощных электромагнитных помех, как широкополосных (например, от искрения между токосъёмниками и контактным проводом), так и узкополосных (от установленного в непосредственной близости другого электронного оборудования), обязательно оповещая машиниста о таких факторах, как положение поезда, его скорость, а также обеспечивать автоматическое торможение поезда при неадекватной



Рис. 5. Усиленный блочный каркас EuropacPRO Rugged

реакции машиниста на возникшую опасную ситуацию.

Для монтажа таких ответственных систем компания nVent SCHROFF предлагает особо прочный блочный каркас EuropacPRO Rugged (рис. 5) с усовершенствованной системой электромагнитного экранирования, который, в свою очередь, монтируется в сварные шкафы VARISTAR или монтажные рамы из нержавеющей стали для установки в железнодорожные локомотивы.

Аналогично бортовым стойкам и шкафам для размещения электронного оборудования блочные каркасы EuropacPRO базируются на модульной платформе, что позволяет инженерам-конструкторам легко конфигурировать их в соответствии с требованиями заказчика, такими как необходимые размеры, допустимая нагрузка, варианты крепления, место установки и т.д.

#### Ключевые характеристики

- Соответствие нормам EN 50155 для бесперебойной работы под воздействием ударных нагрузок и вибрации.
- Полное соответствие стандартам IEC 60297-3-100 – IEC 60297-3-105 – Евромеханика.
- Стандартные размеры: высота 3 или 6U, ширина 84HP, глубина 235/295 мм.

- Устойчивость к вибрациям 5–150 Гц, ударопрочность до 5g по трём осям.
- Качественное электромагнитное экранирование – соответствие нормам IEC 61 587-3.
- Соответствие военным стандартам MIL 810G, MIL 901D.

### КОРПУСА ДЛЯ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ПОД ВАГОНОМ НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ

*Применение: вагон-путеизмеритель – аппаратура для измерения параметров рельсового пути*

Для реализации технологии прогнозирования технического состояния подвижного состава, путевого хозяйства и других объектов железнодорожной инфраструктуры для проведения своевременного технического обслуживания и ремонта требуется установка электронных систем и датчиков в местах, ранее не используемых и не приспособленных для этого. Например, для контроля технического состояния пути или колёсных пар вагонов требуется установка измерительного и контрольного оборудования в пространстве под вагоном (а датчиков – даже на неподдресоренных частях тележек), где оно

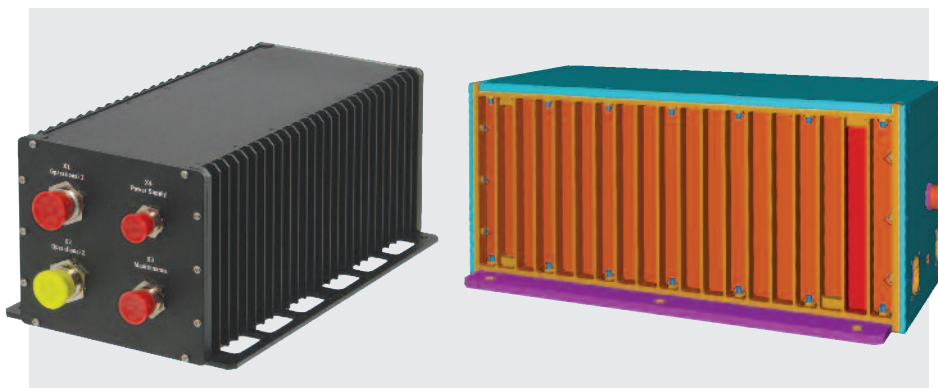


Рис. 6. Корпус с кондуктивным охлаждением для установки под вагоном поезда на открытом воздухе

подвергается воздействию суровых условий окружающей среды: высоких и низких температур, ветра, воды, интенсивных ударных и вибрационных нагрузок. Компания nVent SCHROFF предлагает для таких встраиваемых применений небольшие прочные монолитные корпуса с кондуктивным теплоотводом, которые подходят для размещения встраиваемых вычислительных систем как внутри подвижного состава, так и вне его на открытом воздухе, максимально увеличивая полезное пространство на борту.

Одним из примеров такого применения является вагон-путеизмеритель, производящий геометрические промеры и дефектоскопию железнодорожного полотна непосредственно под поездом во время его движения. Для вычислительного блока этой системы, размещаемого под вагоном, требовалась высокая скорость передачи данных и прочный надёжный корпус, полностью герметичный (степень защиты IP65), вибростойкий, ударопрочный и, соответственно, имеющий безвентиляторное (кондуктивное) охлаждение. Кроме того, для обеспечения работы процессорного модуля стандарта CompactPCI высотой 3U и шириной 5HP (стандартной для систем с кондуктивным охлаждением) в условиях сильных электромагнитных помех корпус должен быть полностью экранированным от электромагнитных полей.

Предложенная конструкция корпуса (рис. 6) полностью соответствовала указанным требованиям, была компактной и не заняла много места в подвагонном пространстве. Компания nVent SCHROFF провела инженерную экспертизу проекта и предоставила объединительные платы для всей системы.

Вычислительная система надёжно работает в составе вагона-путеизмерителя и обеспечивает сохранность данных о качестве железнодорожного полотна даже на высокой скорости движения поезда.

#### Ключевые характеристики

- Монолитный корпус с кондуктивным охлаждением, установленный под поездом.
- Вибростойкость и ударопрочность по нормам EN 50155.
- Герметичность: степень защиты от внешних воздействий IP65.
- Герметизированные внешние разъёмы в соответствии с MIL-C-38999.
- Полное электромагнитное экранирование.

- Встроенный блок питания с широким диапазоном входного напряжения (9–36 В, 35 Вт).
- Трёхслотовая объединительная плата CompactPCI, высокая скорость передачи данных.
- Диапазон рабочих температур –40...+70°C.
- Размеры (Ш×В×Г): 200×350×145 мм.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модернизация подвижного состава железных дорог и внедрение в отрасли новых информационных технологий IoT, а также переход на высокоскоростные мобильные сети передачи данных 4G LTE/5G неизбежно приводит к значительному росту количества электронных систем и устройств, которые требуется разместить в ограниченных габаритах подвижного состава.

Это требует от инженеров-проектировщиков данных систем творческого подхода к проектированию, а от производителей электронного оборудования и конструктивов для его размещения на подвижном составе – создания широкого набора стандартизованных решений и компонентов для разработки индивидуализированных решений, хорошо подходящих для кон-

кретных условий эксплуатации и типов подвижного состава.

Модульная идеология построения шкафов, блочных каркасов и монтажных рам для подвижного состава от компании nVent SCHROFF предоставляет проектировщикам систем автоматики, управления движением, сигнализации, связи, развлечений для пассажиров возможность использовать стандартные платформы по всему миру для экономичного решения этих задач. Прочные партнёрские связи между поставщиками подвижного состава, производителями систем автоматики и сигнализации, поставщиками электроники, в конечном счёте, позволят сделать эти решения более взаимосвязанными и интеллектуальными и будут способствовать дальнейшему развитию железнодорожной отрасли. ●

*При подготовке статьи были использованы информационные и рекламные материалы компании nVent SCHROFF*

**Автор – сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru**

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### Новые стандарты метрологической поверки от компании GM International

Российское Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) выдало новое свидетельство об утверждении типа средств измерения на барьеры искрозащиты серии **D5000** и нормализаторы сигналов серии **D6000** известного итальянского производителя взрывозащищённого оборудования – компании GM International.

Документ с номером 78820-20 выложен в общем доступе на сайте Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений «Аршин». Ключевым для потребителей фактором является установленный в документе межповерочный интервал сроком 5 лет. Благодаря утверждённой методике потребители могут проводить поверочные процедуры реже и экономить время и финансовые ресурсы.

Интервал в 5 лет подтверждает высокие стандарты качества, принятые в компании GM International, и устанавливает новые стандарты метрологической поверки

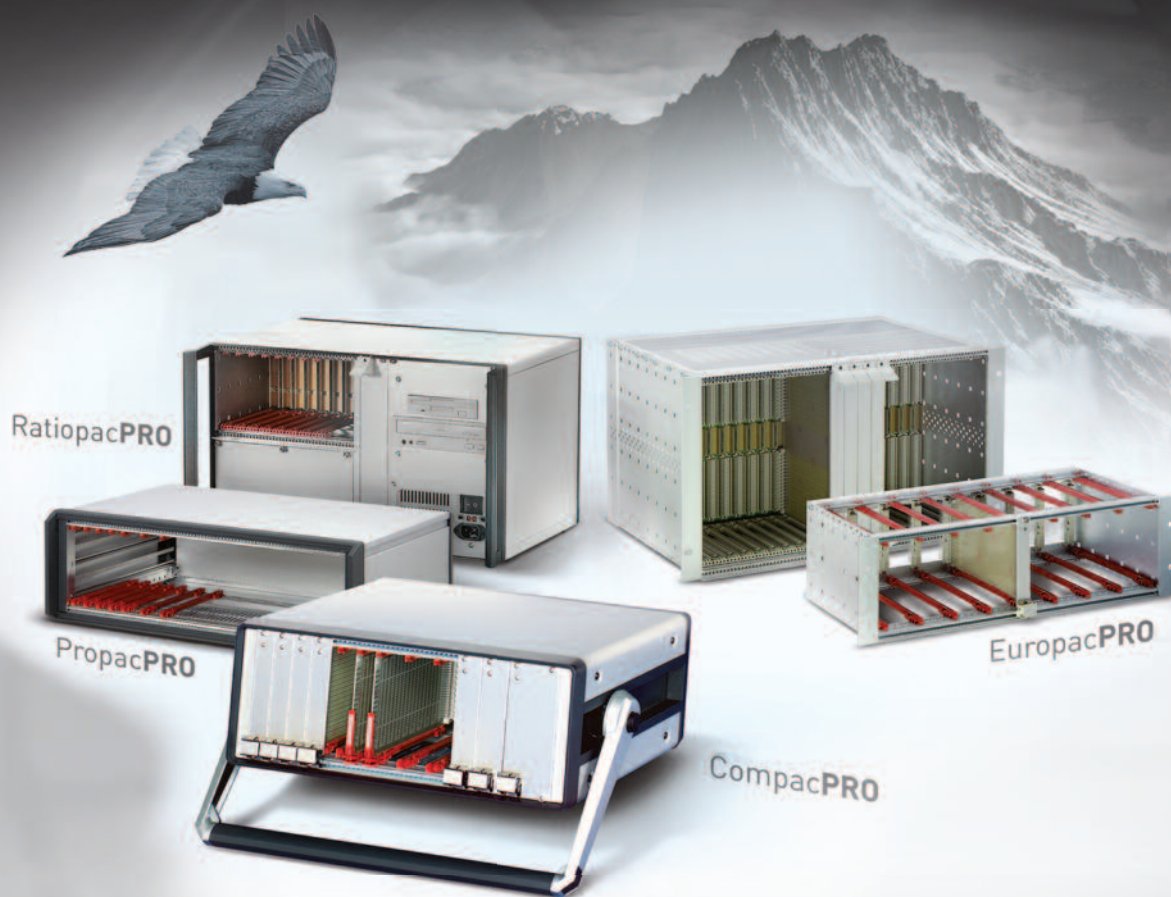
на рынке взрывобезопасного промышленного оборудования. ●

### VIVOTEK в двадцатке сильнейших восьмой год подряд

Вышел обновлённый рейтинг компаний, работающих в отрасли безопасности, – 2020 Security 50. Компания VIVOTEK поднялась на две позиции по сравнению с прошлым годом, заняв в этом году 16-е место. Таким образом, уже восьмой год подряд VIVOTEK входит в двадцатку сильнейших компаний мира в отрасли. Более того, отметив в 2019 году рост продаж на 23,7% по отношению к 2018 году, фирма VIVOTEK также вошла в десятку компаний с наибольшей величиной этого показателя.

Уже на протяжении 17 лет наиболее уважаемый в мире и наиболее читаемый информационный ресурс, освещающий развитие отрасли безопасности, – ASMAG ведёт рейтинг крупнейших компаний отрасли. Рейтинг составляется на основании официальной финансовой отчётности компаний, удостоверенной авторитетными мировыми аудиторскими агентствами. ●

# Платформа EuropacPRO — евромеханика высокого полёта



## PROгрессивные блочные каркасы и приборные корпуса

- Безграничное разнообразие конфигураций из унифицированных компонентов
- Современный промышленный дизайн
- Высокая прочность и надёжность
- Доработка под индивидуальные требования

