



# Кабельные технологии для промышленных сетей от Belden: спаянная витая пара

Сергей Воробьёв

В статье описана технология спаянной витой пары от компании Belden, которая позволяет повысить качество физического уровня промышленной Ethernet-сети.

### ВВЕДЕНИЕ

“Connected” — термин, который наиболее точно описывает современный мир промышленной автоматизации. Нарботки в области создания интеллектуальных датчиков, исполнительных механизмов, сетевого оборудования и активных компонентов идут в ногу с возрастающим спросом, возникающим на фоне общего повышения производительности промышленных предприятий и производств. Как правило, при развитии или модернизации современного предприятия необходимо обеспечить быстрый переход к промышленным протоколам связи на основе Ethernet-технологий. Это позволяет обеспечить надёжное и быстрое соединение всех основных систем предприятия.

Технологии Ethernet для построения сетей впервые массово были применены в корпоративной и офисной сфере. Это произошло задолго до того, как Ethernet стали рассматривать в качестве основы для построения промышленной сети, которая априори должна функционировать в более жёстких условиях эксплуатации.

Скорее всего, это одна из причин, по которой многие организации, создавая свои промышленные Ethernet-сети, автоматически пытаются применить уже знакомый проверенный кабель, который верой и правдой служит им в корпоративной сети. Однако такой подход не является оптимальным, так как Ethernet-кабель, который рассчитан на применение в офисе, не отвечает промышленным требованиям. Существует

достаточно длинный список агрессивных факторов, которые просто не возникают в корпоративной среде, а в промышленной они есть, например такие, как воздействие маслосодержащих жидкостей, температурные нагрузки, влияние скручивания, растяжения, изгиба и т.п.

Любое из этих воздействий может нанести значительный ущерб производительности кабельных Ethernet-сетей. В итоге это может привести к тому, что неполные или иным образом изменённые данные будут участвовать в информационном обмене. Однако достижения в разработке Ethernet-кабеля позволяют избежать подобных воздействий и помочь предотвратить большинство сбоев сети, происходящих на физическом уровне.

### Каждый сигнал критически важен

Для современного предприятия любой сбой в работе сети передачи данных — это недопустимое происшествие. Отсутствие связи может означать отказ в работе различных систем, таких как системы безопасности, контроля качества и т.д. При этом подобный сбой может привести к незапланированным простоям производственных мощностей и дальнейшим убыткам.

Статистика показывает, что количество подключённых IoT-устройств во всём мире резко возрастает. По прогнозам, к 2020 году оно вырастет почти до 31 млрд во всём мире. Данный факт позволяет сделать предположение, что мы сейчас находимся в фазе перехода к

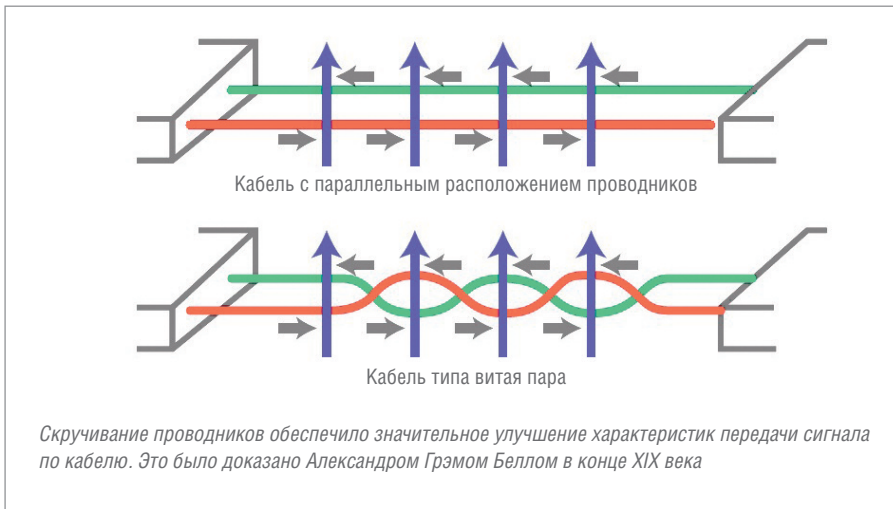
тому, чтобы рассматривать не только определённые предприятия и отрасли как критически важные, но и каждую передачу IoT-сигнала как необходимую и значимую.

### Новые кабельные технологии снижают риск потери данных

Для начала рассмотрим конструкцию проводников внутри оболочки Ethernet-кабеля. Кабель типа витая пара является основой практически для всех Ethernet-кабелей на сегодняшний день. Как следует из названия, в кабеле применена специальная конструкция, в которой два медных проводника, каждый образующий отдельную цепь, скручены по всей длине (рис. 1) с определённой периодичностью.

Данная концепция была запатентована в 1881 году Александром Грэмом Беллом в ответ на замечание о том, что близкое расположение проводников по отношению друг к другу способствует уменьшению воздействия электромагнитных помех, создаваемых окружающей средой. Это стало значительным улучшением по сравнению с существовавшими в то время конструкциями кабелей, где проводники располагались параллельно. Но и здесь есть своя особенность: скручивание пар позволяет подавлять электромагнитные помехи только в том случае, если расстояние между проводниками остаётся минимальным.

Другими словами, обычная витая пара похожа на антенну, и по мере увеличения зазора между проводниками



Условные обозначения: ↑ – магнитное поле ; ← → – индуктивные помехи.

Рис. 1. Действие электромагнитных помех на кабель с разной конструкцией расположения проводников

кабель принимает на себя больше наводок и электромагнитных помех (рис. 2).

Концепция строения витой пары была разработана для применения в качестве статической телефонной линии и долгое время оставалась очень эффективной. Лишь в последнее время ограничения конструкции витой пары стали более очевидными. Примером может служить промышленное применение. В первом приближении стандартный кабель «из коробки» может полноценно функционировать. Но условия эксплуатации в индустриальной среде могут быть самыми различными. При прокладке нередки случаи, когда кабель тянут, сгибают, сворачивают, а при работе оборудования непрерывное движение кабеля сочетается с активно движущимся или вибрирующим оборудованием. Для обычной конструкции витой пары практически невозможно поддерживать одинаковое расстояние между проводниками.

Фактически даже простая имитация цикла обслуживания путём изгиба стандартной витой пары может привести к её выходу из строя. А в промышленной среде подобное использование кабеля не является чем-то экстраординарным. Это может привести к возникновению проблем с передачей данных, при этом их количество будет расти.

### Эволюция от обычной витой пары к спаянной

Как утверждает Александр Белл в своём патенте, любое отклонение от установленной конструкции проводников, когда расстояние фиксировано, приводит к нестабильной работе витой пары. Расстояние между проводниками витой пары не должно изменяться, будь

то во время производства, монтажа или использования в задачах, где предполагается изгиб кабеля в процессе работы, что достаточно часто распространено в промышленных условиях.

Если обратиться к стандарту TIA 568-B, то там фактически указано, что сбой во время передачи могут произойти уже при раскручивании пары проводников всего лишь на величину 1/4". Если обобщить это, то можно сказать, что физическое изменение равно электриче-

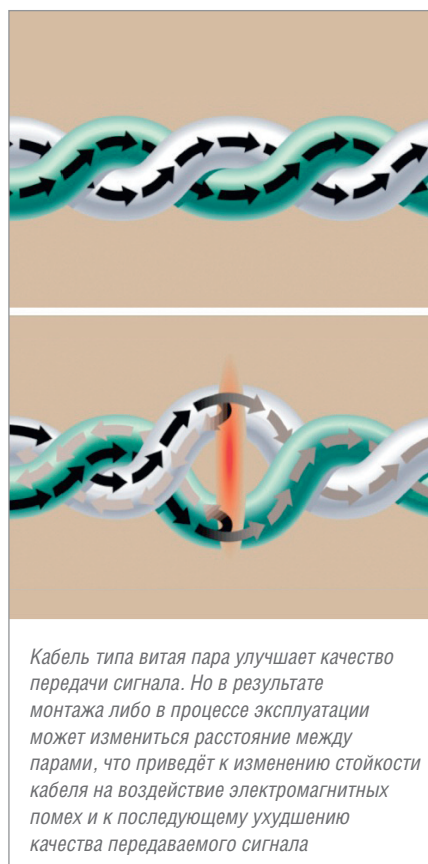


Рис. 2. Изменение расстояния между проводниками в витой паре

скому: каждый раз при физическом изменении витой пары происходит изменение соотношения пар, что непосредственно приводит к изменению характеристик кабеля.

Чтобы преодолеть данный недостаток конструкции, компания Belden разработала новую технологию, обеспечивающую фиксированное расстояние между проводниками. Технология получила название «спаянная пара» (bonded pair). Её основополагающим принципом является добавление дополнительного уровня физической устойчивости для устранения факторов, снижающих характеристики кабеля.

Связь отдельных проводников вдоль их продольной оси позволяет гарантировать равномерное расстояние между проводниками в каждой витой паре (рис. 3). Независимо от физического положения кабеля расстояние в паре всегда остаётся фиксированным и не изменяется. Помимо защиты от электромагнитных помех кабель, произведённый по данной технологии, более устойчив к внутренним механическим повреждениям, так как физическое трение между парами попросту отсутствует. Также прекрасную защиту от электромагнитных помех обеспечивает экранирование, комбинированный экран из фольги и

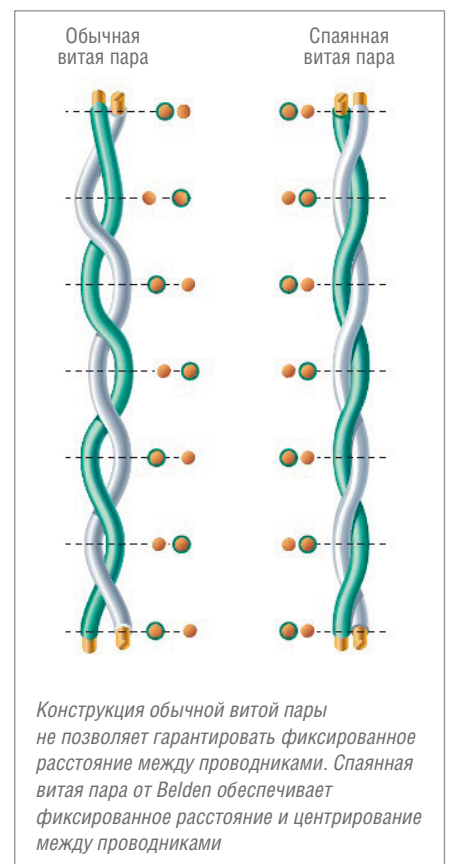


Рис. 3. Конструкция расположения проводников в кабеле типа витая пара

оплётки позволяет подавить как низкочастотные, так и высокочастотные помехи. Однако стоимость такого кабеля, как правило, сразу повышается по сравнению с аналогом без экрана.

Технология спаянной пары также позволяет обеспечить высокий уровень защиты линии от помех, но с гораздо меньшими затратами. Во многих случаях можно даже полностью исключить необходимость применения экранированного кабеля. Например, спецификация ODVA рекомендует прокладывать обычный кабель типа витая пара на расстоянии не менее 1,5 м от источников электромагнитных помех, а кабель со спаянными парами позволяет делать то же самое на расстоянии 15 см или даже менее.

### РАБОТА СПЯННОЙ ПАРЫ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ

Технология спаянной пары исключает возможность изменения расстояния между двумя проводниками, которое может привести к изменениям в электрических характеристиках линии. Подобное может произойти во время монтажа и прокладки кабеля либо в местах, где кабель подвергается постоянному или периодическому растяжению, изгибу, скручиванию и т.п.

Как правило, кабель проходит ряд тестирований при производстве, и обычно кабель в катушке демонстрирует 100% параметры. Но, к сожалению, проблемы возникают после монтажа. Лабораторные испытания по параметрам стандар-

тов TIA 568 демонстрируют изменение характеристик кабелей Ethernet с типовой конструкцией (рис. 4). Поскольку при прокладке кабель, как правило, испытывает несколько скручиваний и изгибов, наматывается в кабель-канале, скручивается в сервисных петлях во время установки, производительность снижается. Напротив, кабель из спаянных пар Belden сохраняет свои рабочие характеристики (рис. 4).

Другой способ обнаружить различия состоит в том, чтобы сравнить импеданс кабелей во время стресс-тестирования. Соответствие входного сопротивления электрической нагрузки выходному сопротивлению соответствующего источника сигнала минимизирует

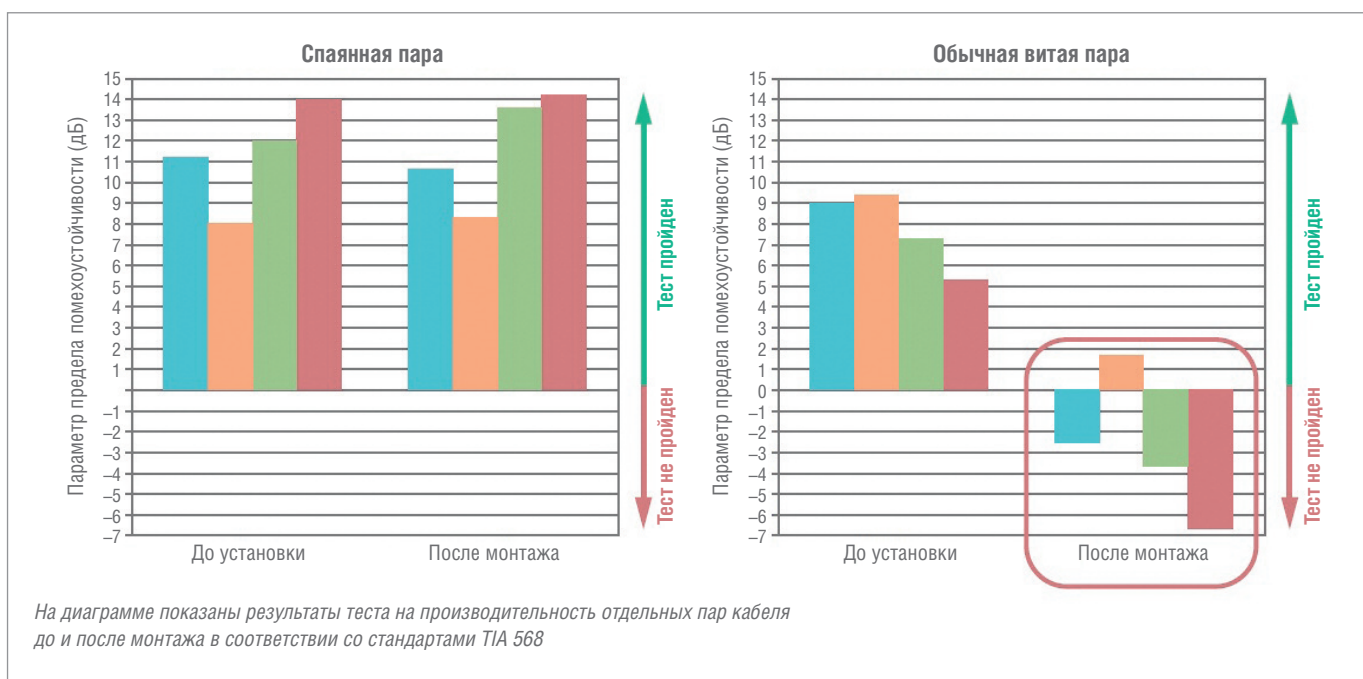
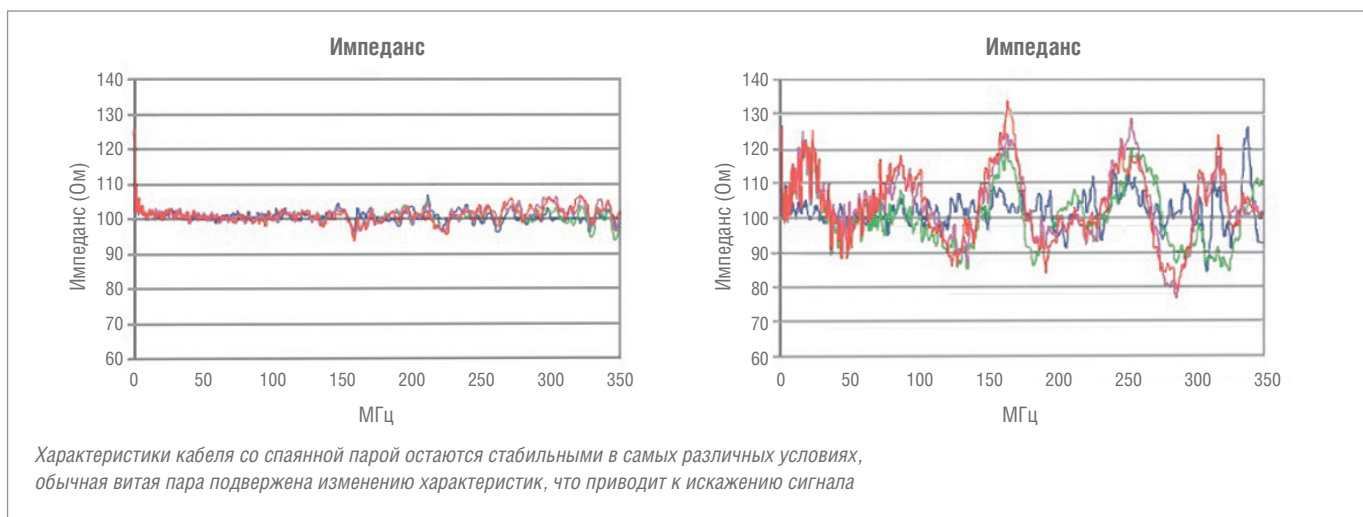


Рис. 4. Различия в характеристиках кабеля до и после установки



Условные обозначения: — в упаковке (бобина); — в упаковке (коробка);  
— при растягивании; — петля.

Рис. 5. Изменения импеданса кабелей со спаянной парой и с обычной конструкцией в различных условиях



отражение сигнала и позволяет сохранить показатели по длине линии.

На рис. 5 показаны соотношения импеданса и различные факторы, влияющие на итоговое качество линии, для обычного кабеля и кабеля со спаянными парами.

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАБЕЛЯ

Основное преимущество кабеля со спаянными парами обусловлено его способностью поддерживать постоянную целостность конструкции.

Механические воздействия на физическую целостность кабеля могут вызвать связанные с этим последствия в электрических характеристиках, что приведёт к потере сигнала. В конечном счёте, частые изменения целостности кабеля, которые могут произойти при обычном монтаже, приведут к постоянным изменениям в электрических характеристиках. При этом если кабель перегнули или скрутили, то с большой вероятностью можно сказать что его электрические характеристики были нарушены и восстановить их не получится.

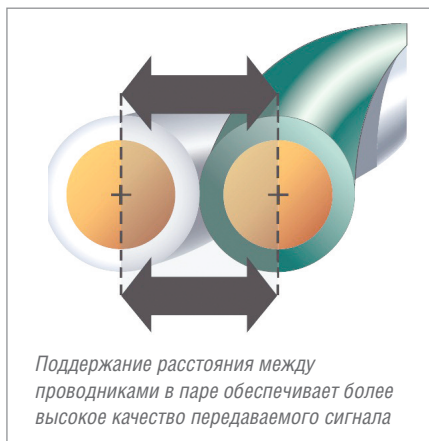


Рис. 6. Расположение проводников в спаянной витой паре

Можно провести аналогию со скрепкой для бумаги, если её один раз согнули или разогнули, то вернуть её в первоначальное состояние не получится.

Технология «спаянная пара» представляет собой элегантный и эффективный метод поддержки заявленных характеристик для витых пар. Создаётся надёжная фиксированная связь между двумя проводниками, которая предотвращает любую угрозу возможного изменения расстояния между проводниками.

Даже когда такой кабель принудительно изгибается, скручивается или вытягивается, расстояние между проводниками (рис. 6) остаётся фиксированным. Это справедливо как для процесса монтажных работ, так и для постоянных нагрузок при эксплуатации.

Качество связи в кабельной сети на основе спаянных пар уже эффективно доказано во многих реальных проектах. Однако для подтверждения заявления об эффективности компания Velden провела серию многочисленных лабораторных испытаний кабеля данной конструкции.

К сожалению, не существует стандартного набора тестов для проверки работы кабеля при изгибе. Однако известно, что многие производители ограничиваются рядом простых тестов, которые проводят на кабелях небольшой длины. К сожалению, подобные тесты не отражают действительности и подходят лишь для получения желаемых результатов.

Специалисты Velden для подтверждения работоспособности кабелей, изготовленных по технологии спаянной пары разработали ряд специальных тестов на физическое воздействие, которые



## РОССИЙСКИЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

От разработчиков отечественных средств автоматизации — AdvantiX, FASTWEL и ИнСАТ



### Преимущества

- Специально разработанные изделия
- Интеграция с MasterSCADA
- Готовые конфигурации IS-MSCADA-A5/AL – для систем до 1000 тегов IS-MSCADA-C5/AL – для систем без ограничений



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

Реклама

наиболее близки к промышленным условиям эксплуатации. Кабель длиной 15 фут (4,57 м) сначала подвергают жёсткому изгибу (диаметр 3" – 7,62 см), далее – многоосному перемещению со скоростью 10 фут/с (3,048 м/с) в течение 28 800 циклов в день. Процесс непрерывно контролируется на наличие коротких замыканий, падений напряжения и других проблем в восьми точках вдоль всей длины кабеля. После более чем 10 млн циклов изгиба тест останавливается. По результатам подобных испытаний никаких физических или электрических сбоев не наблюдается.

Как правило, небольшие повреждения линии почти неизбежны при прокладке обычного кабеля типа витой пары, поскольку при монтаже кабель укладывают в нужную инфраструктуру. Кабель со спаянными парами защищён от подобных воздействий. Он может выдерживать усилия на разрыв до величины в 40 фунт-сила/фут (54,23 Н·м), что на 60% больше, чем у обычного промышленного кабеля. Кроме того, конструкция позволяет выдерживать даже очень небольшой радиус изгиба, немного превышающий внешний диа-

метр, в то время как экранированные кабели могут демонстрировать разделение пар в петле, которая в 8 раз превышает внешний диаметр.

В современном мире одно можно сказать наверняка, что сейчас нельзя позволить ошибаться в выборе кабеля, особенно в промышленной среде. Личная безопасность, качество продукции и прибыль – всё на кону. Стоимость даже одного, относительно короткого провала в передаче данных на предприятии может легко перерасти в катастрофу.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Коммерческий кабель отлично подходит для применения в чистых и защищённых помещениях с качественным напольным покрытием и контролируемой температурой. Но когда речь идет о промышленном предприятии, где присутствуют различные вибрационные нагрузки, влага, химикаты и т.д., необходим кабель, который готов выдержать воздействие самых различных агрессивных факторов. Появление кабеля промышленного класса позволило значительно повысить надёжность подобных систем. Однако для кабеля типа витой пары, ко-

торый зачастую применяется для передачи данных в промышленной сети, этого, увы, недостаточно. Несовершенство конструкции позволяет говорить, что при механических воздействиях кабель может существенно ухудшить свои электрические параметры.

Чтобы компенсировать данный недостаток, компания Belden представила новую технологию «спаянная витая пара». Смысл заключается в центрировании проводников в паре с последующей фиксацией. Данный подход позволяет существенно увеличить как механическую прочность, так и электрические параметры кабеля. Также возрастает помехозащищённость кабеля по сравнению с обычной витой парой. Применение кабеля, созданного по данной технологии, позволит увеличить надёжность сети передачи данных, снизить итоговую стоимость, а также обеспечить максимальное время безотказной работы сетевой инфраструктуры. ●

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



# EUROTECH

Imagine. Build. Succeed.

## Облачные технологии

### Eurotech для автоматизации



Evryware Cloud™

Выполняемые функции

- Управление устройством
- Приложение для устройства и управления жизненным циклом
- Контроль состояния устройства/связи в режиме реального времени
- Поддержка промышленных протоколов
- Простая интеграция с корпоративными приложениями
- Сбор потоков данных с различных устройств в реальном времени
- Анализ данных в реальном времени, их хранение и предоставление исторических данных



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



## Высоконадёжное биометрическое решение BioSmart Mobile ID

Компания «Прософт-Биометрикс» представила перспективную технологию мобильной идентификации Mobile ID. Она позволяет организовать контроль доступа с использованием персональных данных и биометрических шаблонов, хранящихся на телефоне пользователя в зашифрованном виде. Решение соответствует требованиям Общего регламента ЕС по защите персональных данных – GDPR и может использоваться в различных секторах экономики. Таким образом, BioSmart Mobile ID открывает новые пути для высоконадёжных биометрических систем.

BioSmart Mobile ID – это решение, основанное на сервисе LEGIC Connect и технологии распознавания рисунка вен ладони Biosmart. Оно позволяет организовать сложную биометрическую систему контроля доступа (ACS), в которой все личные данные пользователя, включая биометрические шаблоны, хранятся на мобильном устройстве пользователя.

Система состоит из четырёх основных компонентов: сервера BioSmart, LEGIC Connect, пользовательского смартфона и терминала BioSmart PV-WTC.

1. Сервер BioSmart предназначен для регистрации пользователей в программе BioSmart Studio v5, регистрации их в службе LEGIC Connect и управления системой.
2. LEGIC Connect предоставляет наборы ключей для пользовательских данных и передаёт данные между сервером и пользовательскими устройствами.
3. Пользовательский смартфон используется в качестве платформы для мобильного приложения BioSmart, которое хранит биометрические шаблоны, права доступа и учётные данные в виде файлов NEON.
4. BioSmart PV-WTC с микросхемой LEGIC серии 6000 внутри считывает данные с ближайших устройств через Bluetooth с низким энергопотреблением (BLE) или через ближнюю связь (NFC).

Во время регистрации в программе BioSmart Studio v5 на сервере BioSmart пользователь также может быть зарегистрирован в службе LEGIC Connect. Пользовательские данные, права доступа и биометрические шаблоны будут отправлены через LEGIC Connect в виде зашифрованных файлов NEON в мобильное приложение на пользовательском

смартфоне. Когда телефон пользователя приближается к точке доступа, оснащённой терминалом BioSmart PV-WTC, файлы NEON с пользовательскими данными, правами доступа и биометрическими шаблонами будут считываться терминалом через BLE и временно сохраняться в его памяти. Как только данные загружены, пользователь может получить доступ, приложив ладонь.

Пользовательский мобильный телефон также может быть использован в качестве инструмента конфигурации для BioSmart PV-WTC. Он может хранить файлы NEON с настройками, режимами работы и данными журнала с терминала.

### Основные преимущества решения:

- защита пользовательских биометрических данных, предоставляемых LEGIC Connect;
- база данных состоит только из идентификатора пользователя (UID) и прав доступа;
- производительность не зависит от количества пользователей;
- двухфакторная аутентификация (телефон + ладонь);
- неограниченное количество точек доступа, которые могут быть изолированы друг от друга. ●

**PROSOFT®**

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

Реклама