

Система железнодорожной автоматизации SIBAS PN

Иван Колчин

В статье описываются история, назначение и функции системы железнодорожной автоматизации SIBAS, разработанной компанией SIEMENS AG для оптимизации производительности и коммуникации распределённых бортовых устройств управления. Основной упор делается на систему последнего поколения SIBAS PN, созданную специально для скоростного поезда ICx.

История системы

Название продуктовой линейки и торговой марки SIBAS (нем. Siemens Bahn Automatisierungs System) происходит от сокращения, которое расшифровывается и переводится как «Система железнодорожной автоматизации SIEMENS». Она разрабатывалась в начале 1980-х годов с целью оптимизации производительности отдельных микропроцессорных компонентов в рельсовом подвижном составе. По времени этот момент совпал с широким распространением IBM PC совместимых персональных компьютеров и выпуска стандарта RS-485, ставшего основой для построения промышленных сетей. Система SIBAS была первой, позволившей обеспечить цифровое управление и контроль в единой коммуникационной среде, в том числе управление тяговыми двигателями в локомотивах. Собственно, она явилась родоначальницей поездной шины. В 1983 году система называлась SIBAS 16 (рис. 1) и была основана, как видно из самого названия, на 16-битовых микропроцессорах. Главным образом она использовалась в локомотивах, хотя нашла своё применение и, например, в составах метро

г. Франкфурта. В 1992 году вышла более мощная 32-разрядная версия системы SIBAS 32 и с тех пор, хотя прошло много лет, неизменно остаётся широко распространённой во всём мире. В настоящее время она используется в более чем 7000 единиц подвижного состава, в том числе в версиях поездов для России SIEMENS Velaro RUS «Сапсан» и Desiro RUS «Ласточка».

Далее, после того как концерн SIEMENS AG предложил в 2008 году новую концепцию скоростных поездов Германии под названием ICx, стало ясно, что SIBAS 32 уже не может соответствовать современным требованиям. Так на сцену вступила система последнего поколения SIBAS PN. Можно было ожидать, что новое семейство устройств получит имя SIBAS 64. Однако здесь логическая цепочка с названиями, отражающими разрядность микропроцессоров, прервалась, означая, по сути, что производительность процессоров сама по себе перестала являться ограничивающим фактором, как в былые времена. Наступила эра открытых систем, COTS-технологий и больших объёмов данных, поэтому наименование с индексом PN, означающим не что иное, как PROF-

NET, и призвано ответить на новые вызовы времени. На текущий момент система SIBAS PN всё ещё находится в стадии верификации. Первый поезд под её управлением должен появиться в 2016 году.

СИСТЕМА-ДОЛГОЖИТЕЛЬ SIBAS 32

Как уже говорилось, SIBAS 32, спроектированная более двух десятков лет назад, по-прежнему является актуальной версией системы, используемой в немецких поездах по сей день, не исключая и нынешнее поколение ICE 3. И похоже, что в ближайшее время она не собирается покидать поле автоматизации. Это связано с тем, что, во-первых, немцы стремятся максимально продлить жизненный цикл изделия, а во-вторых, аккуратны и скрупулезны во внедрении новых концепций; поэтому SIBAS 32, скорее всего, будет существовать ещё минимум лет десять. Это – надёжность, проверенная временем. Исходя из этого, рассмотрим вкратце основной архитектурный замысел SIBAS 32, чтобы впоследствии лучше проследить путь развития преемника.

Основа системы – промышленная сеть реального времени, которая поначалу была собственной разработкой концерна SIEMENS AG, а затем, в результате совместной работы с Bombardier в составе Международного союза железных дорог (UIC), вылилась в поездную коммуникационную сеть TCN (Train Communication Network). Последняя была принята в качестве международного стандарта IEC 61375 в 1999 году. TCN на тот момент представляла со-



Рис. 1. Эволюция системы SIBAS

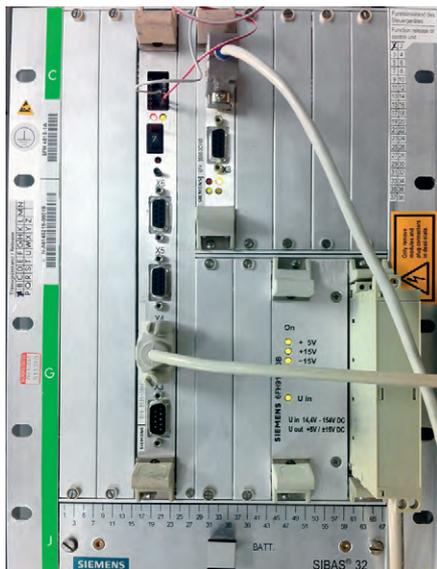


Рис. 2. Центральный блок управления системы SIBAS 32



Рис. 3. Концепт скоростного поезда ICx

бой комбинацию двух промышленных сетей: MVB (Multifunction Vehicle Bus) – бортовая сеть единицы подвижного состава (локомотив, вагон и т.д.), также встречается термин «вагонная сеть», и WTB (Wire Train Bus) – поездная сеть, объединяющая MVB-части в единую систему управления поездом.

Система SIBAS 32 построена на модульном принципе и объединяет всевозможные устройства, включенные в общую сеть TCN и задействованные во всех сферах поездной автоматизации. В качестве примеров можно привести такие устройства, как центральный блок управления (в конструктивном исполнении 6U показан на рис. 2), блоки управления тягой и преобразователями, аппаратура аналогового и цифрового ввода/вывода, собирающая информацию с датчиков и контролирующая исполнительные механизмы, и т.д. Вычислительная база устройств основана на 32-разрядных промышленных процессорах Intel 386/486, работающих под управлением операционной системы SIBAS OS, и 16-битовых микроконтроллерах SIEMENS SAF 80C16x. Помимо того, в систему интегрированы различные функции для отладки, диагностики и пусконаладки, включая тести-

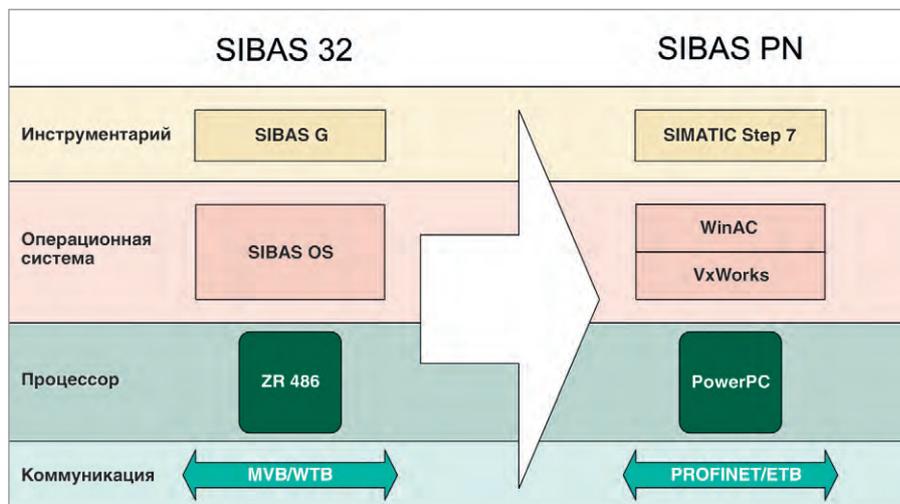


Рис. 4. Переход от SIBAS 32 к SIBAS PN

рование шины TCN. Для разработки программного обеспечения используется интегрированная среда SIBAS G, предоставляющая средства для описания функций в визуальном режиме.

СКОРОСТНОЙ ПОЕЗД ICx

Что же вынудило разработчиков пересмотреть систему SIBAS 32, успешно эксплуатируемую в течение более 20 лет? Новая концепция поезда ICx (рис. 3) предполагает возможность произвольной конфигурации состава. Иными словами, длина поезда, число пассажирских мест и тяговые характеристики могут быть легко адаптированы в соответствии с нуждами перевозчика. Это так называемая концепция Powersag, выделяющая два типа вагонов: прицепные и тяговые. Комбинируя их, формируют состав с требуемыми характеристиками. Такая гибкость стала краеугольным камнем в поездной системе коммуникации TCN, поскольку шина WTB требует полной переадресации каждый раз, когда прицепляется или отцепляется хотя бы один вагон. К тому же она ограничивает максимальное число вагонов в составе до 22. На смену WTB приходит ETB (Ethernet Train Backbone) – сеть на основе технологии Fast Ethernet, только в августе 2014 года ставшая стандартом IEC 61375-2-5. Аналогично дело обстоит с бортовой шиной MVB: одна только пропускная способность в 1,5 Мбит/с говорит сама за себя. Сменяющая её сеть PROFINET по всем параметрам превосходит своего предшественника и является лучшей в классе по промышленной безопасности с 1999 года. Не вдаваясь в дальнейшие подробности, скажем, что изменение коммуникационной среды породило пересмотр системы в целом.

SIBAS PN – СИСТЕМА ПОСЛЕДНЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Изменения коснулись почти всех уголков системы (рис. 4). Открытые системы и COTS-технологии – принципиальные отличия в подходе. Сверх того что SIBAS PN стала основываться на компонентах SIMATIC Step 7, широко используемых в системах промышленной автоматизации, компания SIEMENS прекратила разработку собственной операционной системы SIBAS OS, заменив её на коммерчески доступную ОС жёсткого реального времени VxWorks, проверенную на рынке встраиваемых систем. Процессор Intel 486 был заменён на PowerPC, хотя спустя всего два года разработчики вновь вернулись к архитектуре x86. А в последнее время система уже оснащается многоядерными процессорами Intel Atom серии Bay Trail. Функциональность совместимых с S7 программируемых контроллеров имитируется посредством программного обеспечения WinAC. Сеть PROFINET обеспечивает скоростную передачу данных со временем реакции менее 1 мс, что необходимо для приложений в приводных системах.

В дополнение можно сказать, что SIBAS PN обладает следующими свойствами:

- модульность, масштабируемость, способность к интеграции;
- соответствие промышленным стандартам (в частности, EN 50128);
- упрощение замены устройств (автоматическая адресация) и обновления ПО;
- независимость ПО от аппаратной платформы;
- регистрация и мониторинг через Web-интерфейс.

АРХИТЕКТУРА SIBAS PN

Уже упомянуто, что без сети ETB модульная концепция Powersag была бы

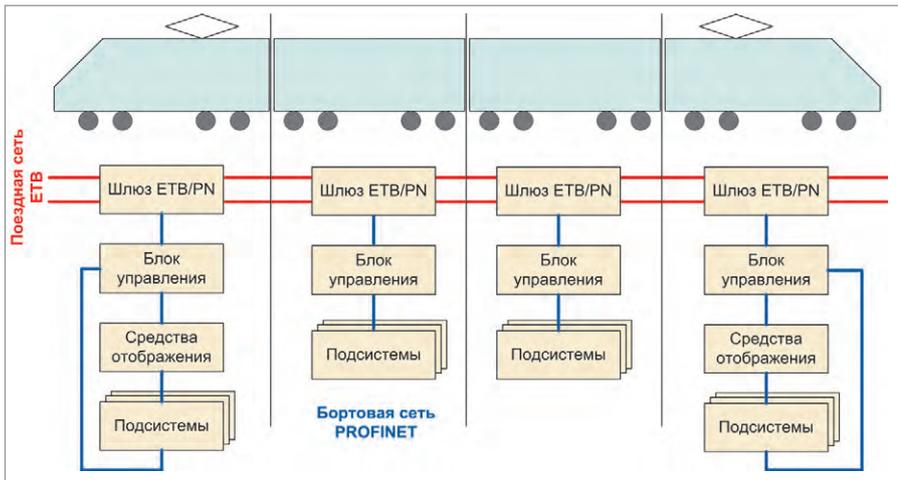
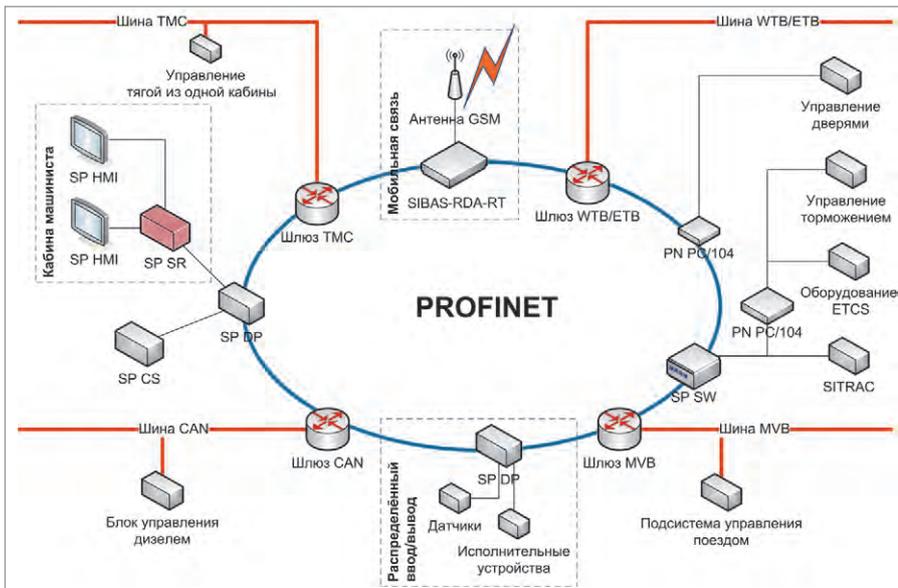


Рис. 5. Поездная коммуникационная сеть



Условные обозначения:

Обозначение	Расшифровка	Описание
ETCS	European Train Control System	Европейская система управления движением поездов
PN PC/104	Interface module for PC/104 subsystems to PROFINET	Мезонинный PROFINET-модуль формата PC/104
PS110	Power Supply	Блок питания 110/24 В пост. тока
RDA-RT	Remote Data Access – Router Train	Универсальное диагностическое устройство
SITRAC	SIEMENS TRAction Control	Блок управления преобразователями мощности и электродвигателями
SP CS	SIBAS PN Control System	Блок управления системой
SP DP	нем. Dezentralen Peripherie	Модуль распределённого ввода/вывода
SP HMI	SIBAS PN Human Machine Interface	Блок управления и индикации
SP SR	SIBAS PN system server	Центральный сервер системы
SP SW	SIBAS PN Switch	Коммутатор PROFINET
TMC	нем. Mehrfachtraktionssteuerung	Управление тяговыми единицами

Рис. 6. Схема системы SIBAS PN

нерализуема. Она пронизывает весь поездной состав насквозь (рис. 5), обеспечивая взаимодействие с бортовыми сетями PROFINET отдельных подвижных единиц. Как показано на рисунке, сеть ETB выполнена с резервировани-

ем для надёжной коммуникации устройств, располагающихся вдоль всего поезда. Впрочем, отдельные вагоны имеют свои собственные блоки управления, что даёт максимум автономии в подключении к общей сети.

На рис. 6 показана схема системы SIBAS PN. Устройства каждой под-

вижной единицы включены в единую сеть PROFINET с кольцевой топологией, выход из которой в другие шины возможен через соответствующие шлюзы. Так, для связи с другими вагонами существует шлюз WTB/ETB. Шлюз MVB даёт доступ к различным подсистемам управления поезда, например, таким как автопилот. Между прочим, сохранение шин WTB и MVB обеспечивает полную обратную совместимость с системой SIBAS 32, что даёт возможность не только подцеплять к составу старые вагоны, но и использовать существующие устройства с интерфейсом MVB в новых вагонах. Такой подход, несомненно, сглаживает переход на устройства новейшего поколения, продлевая жизненный цикл существующих устройств, снижая риски и удешевляя стоимость системы в целом.

Шина TMC используется для управления из одной кабины многими тяговыми единицами со своими органами управления. Это может быть либо несколько локомотивов, либо челночный поезд с кабинами управления на концах поезда. Для дизельных поездов имеется шлюз в шину CAN для управления дизельными двигателями.

Далее, аналоговый и цифровой распределённый ввод/вывод с различных датчиков и исполнительных устройств осуществляется с помощью модуля SP DP. Кроме того, через коммутаторы SP SW или интерфейсные модули PN PC/104 обеспечивается управление дверями, торможением, преобразователями мощности и электродвигателями (система SITRAC), а также подключение к оборудованию Европейской системы управления движением поездов ETCS. Система имеет и мобильную связь со стационарными пунктами сбора данных, которая позволяет производить удалённую диагностику и мониторинг. За это отвечает универсальное диагностическое устройство SIBAS-RDA-RT.

Физически устройства представляют собой набор блоков высотой 160 мм каждый, присоединяемых задней стороной к контактной колодке MBB (рис. 7). Максимальное число блоков в одном ряду равно двенадцати. Через колодку MBB распределяются две линии питания 24 В (основная и резервная), сигнал сброса и отключения, а также аналоговые и цифровые линии ввода/вывода, которые собирает модуль PROFINET интегрированы непосред-

ПРИЁМОПЕРЕДАТЧИКИ АВАНТ



АВАНТ P400



АВАНТ P3CK



АВАНТ K400

АВАНТ P400

Приёмопередатчик ВЧ-защит.
Совместим со всеми ВЧ-постами

АВАНТ P3CK

Приёмопередатчик ВЧ-защит +
дуплексный УПАСК на 4 команды
в полосе 4 кГц (2+2)

АВАНТ K400

Дуплексный УПАСК
на 32 команды в полосе 4 кГц (2+2)

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА

- ▶ Построены на единой аппаратной платформе
- ▶ Экономия терминалов и частот
- ▶ Дополнительные возможности для резервирования каналов связи
- ▶ Работают по ВЧ-каналам и цифровым каналам связи (ВОЛС и С37.94)
- ▶ Поддержка МЭК 61850 (GOOSE, MMS)
- ▶ Интеграция в АСУ ТП по МЭК 60870-5-104
- ▶ Совместимость в ВЧ-канале со всеми специализированными ВЧ-постами и УПАСК (АВЗК-80, ПВЗ-90, ПВЗУ-Е, ПВЗЛ, ВЧТО, АНКА-АВПА, АКПА, АКА Кедр, УПК-Ц)
- ▶ Перестройка во всём диапазоне рабочих частот 24...1000 кГц без замены линейного фильтра
- ▶ Встроенное автоматическое измерение основных параметров ВЧ-канала и самого приёмопередатчика (уровень передаваемых и принимаемых ВЧ-сигналов, качество ВЧ-канала, исправность блоков)
- ▶ Простота ввода в эксплуатацию и обслуживания
- ▶ Увеличенный цикл обслуживания (не менее 6 лет) и срок эксплуатации (25 лет)

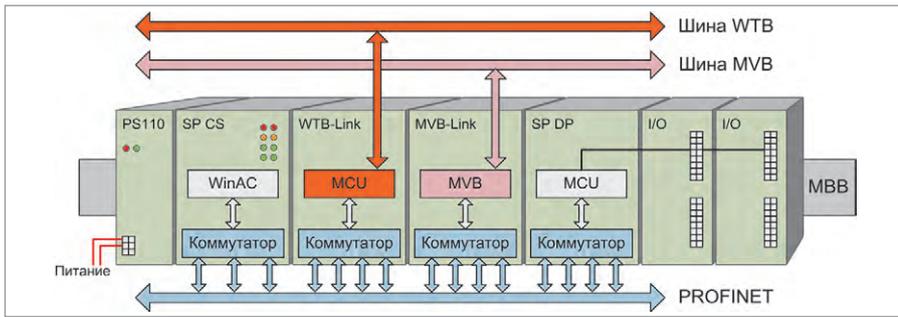


Рис. 7. Модули устройств SIBAS PN на контактной колодке MBB



Рис. 8. Блок управления системой SP CS (справа) и блок питания PS110 (слева)

ственно в сами блоки, поэтому нет необходимости подключения к внешнему коммутатору.

Блок управления системой SP CS (рис. 8) играет важную роль в координации множества подсистем, как в пре-

делах подвижной единицы, так и всего поезда. Поскольку управление ведётся в режиме реального времени, блок находится под управлением специальной операционной системы VxWorks. К нему предъявляются особые требования безопасности (уровень SIL 2 стандарта CENELEC EN 50128). Блок SP CS содержит инструментальный SIMATIC S7, позволяющий выполнять программирование, конфигурирование и диагностику. Функциональность совместимых с S7 контроллеров имитируется с помощью приложения WinAC.

В кабине машиниста (выделенная пунктиром зона на рис. 6) располагаются блок управления и индикации SP HMI, а также центральный сервер SP SR. В отличие от SP CS блоки работают

под управлением Wind River Linux, поскольку имеют более мягкие требования к уровню безопасности. Сервер отвечает за координацию нескольких кабин машиниста, управление индикацией и диагностику.

Что дальше?

Несмотря на то что система SIBAS PN по большому счёту ещё не увидела свет, можно начать рассуждать на тему, в какую сторону она будет развиваться далее. Судя по всему, это может быть связано с чем-то вроде виртуализации или технологии облачных вычислений. Тем более, имея в виду новейшую тенденцию использования программных продуктов компании Wind River, можно предположить, что следующим шагом, вероятно, станет переход на виртуальные машины с операционной системой VxWorks Guest OS, работающие под управлением гипервизора Wind River Hypervisor. Будет ли это SIBAS VT, SIBAS X или даже SIBAS 4G, станет ясно в ближайшее десятилетие, когда откроется занавес перспективной железнодорожной системы автоматизации 4-го поколения. ●

E-mail: kolchin.ivan@list.ru



ЗАЩИЩЕННЫЕ ПАНЕЛЬНЫЕ ПК ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

AFP-6000

Резистивный сенсорный экран

- Защита от царапин
- Прочность передней панели 7H

NEMA 4x/IP66

- Защита от напора воды под давлением
- Полная герметизация корпуса

Корпус из нержавеющей стали 316L

- Отличные антикоррозийные свойства
- Гигиеничный и легко очищаемый

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ AAEON



Тел.: (495) 234-0636 • факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru





12+

XV Международная специализированная выставка **Передовые Технологии Автоматизации** **ПТА-2015**



6-8 октября

Москва, ЦВК «Экспоцентр», павильон 5

Тематика выставки:

- Автоматизация промышленного предприятия
- Автоматизация технологических процессов
- Бортовые и встраиваемые системы
- Системная интеграция и консалтинг
- Автоматизация зданий
- Системы пневмо- и гидроавтоматики
- Измерительные технологии и метрологическое обеспечение
- Электротехника. Электроэнергетика

При поддержке:



Организатор:

Экспоцентр

Москва:

Тел.: (495) 234-22-10

E-mail: info@pta-expo.ru

www.pta-expo.ru