



УДК 681.5

## КОМПЛЕКС ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ «СТРЕЛА-10». АРХИТЕКТУРА И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

**Малиновский М., д.т.н.,**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенка*

**Солодовник И., инженер**

*ООО НПП «Стальэнерго»*

**Тихонравов С., инженер**

*УкрГУЖД*

Тел.: 057-712-35-37

**Аннотация** – в статье речь идет о создании Комплекса программно-технических средств железнодорожной автоматики «Стрела-10», представлена структура Комплекса, перечислены источники экономического эффективности внедрения.

**Ключевые слова:** железнодорожная автоматика, функциональная безопасность, ПЛИС, техническая диагностика

*Постановка проблемы.* В последние годы, несмотря на общий спад экономики и замораживание многих программ модернизации устаревших технических средств, наблюдается активизация компаний с мировым именем на рынке железнодорожной автоматики Украины. Рост интереса к украинскому рынку железнодорожной автоматики обусловлен различными причинами, в том числе старением массово применяемых релейных систем автоматики, процессами, связанными с евроинтеграцией, внедрением высокоскоростного движения, социальными изменениями. Эти процессы формируют важные предпосылки для пересмотра требований, предъявляемых к системам управления движением поездов, как в части надежности и безопасности, так и в части функциональных возможностей [3].

*Анализ последних исследований.* Темпы внедрения новых систем сдерживаются комплексом проблем, имеющихся в отрасли, в том числе неготовностью инфраструктуры к эффективному поддержанию каждого этапа жизненного цикла систем железнодорожной автоматики, включая подтверждение соответствия требованиям национальных



стандартов, эксплуатацию и обслуживание [2, 3]. Кроме этого, уже в настоящее время обостряются проблемы, которые связаны с зависимостью железных дорог от зарубежных поставщиков [1]. Избежать данные проблемы возможно локализацией производства компонентов и ставкой на отечественного производителя.

*Формулирование цели статьи.* Поиск путей решения проблем, которые связаны с зависимостью железных дорог от зарубежного оборудования после истечения гарантийного срока эксплуатации высокотехнологических систем автоматики иностранного производства.

*Основная часть.* Компания «Стальэнерго» более 20 лет производит и поставляет в страны СНГ продукцию для железнодорожного транспорта, связанную с безопасностью. За время интенсивного развития у компании накопился значительный опыт и арсенал технических решений, появились современные высокотехнологичные производственные мощности с полным производственным циклом, кадровый состав пополнился высококлассными специалистами и учеными. Все это позволяет создавать крупные системы и комплексы автоматизации и связи с самыми высокими показателями надежности и безопасности [1].

Естественным этапом развития компании стала разработка Комплекса программно-технических средств железнодорожной автоматики «Стрела-10» (рис. 1).

Комплекс «Стрела-10» имеет модульную иерархическую структуру, которая допускает гибкую смену конфигурации с учетом объекта проектирования.

Комплекс «Стрела-10» включает в себя следующие подсистемы:

- цифровой модуль управления объектами автоматики ЦМА (осуществляет управление стрелками и светофорами);
- центральный вычислительный модуль ЦВМ (обеспечивает реализацию логических зависимостей СЦБ);
- цифровой модуль контроля рельсовых цепей ЦМ КРЦ (обеспечивает контроль и кодирование рельсовых цепей);
- устройство вводно-защитное постов электрической централизации ВЗУ-ЭЦС-Е (обеспечивает защиту от коммутационных и атмосферных перенапряжений, а так же кроссировкулинейных цепей);
- средства технической диагностики и мониторинга СТДМ (обеспечивает контроль, диагностику и сохранение информации о техническом состоянии устройств Комплекса «Стрела-10»);
- автоматизированная система оповещения и информирования АСО (предназначена для выполнения функций связи, оповещения рабочих бригад о приближении подвижного состава и информирования пассажиров о движении поездов);

- установка питающая модульная совмещенная МСПУ (обеспечивает бесперебойное электропитание Комплекса «Стрела-10» и основного оборудования);
- средства пользовательского интерфейса КСПИ (предназначены для формирования команд управления и отображения поездной ситуации).

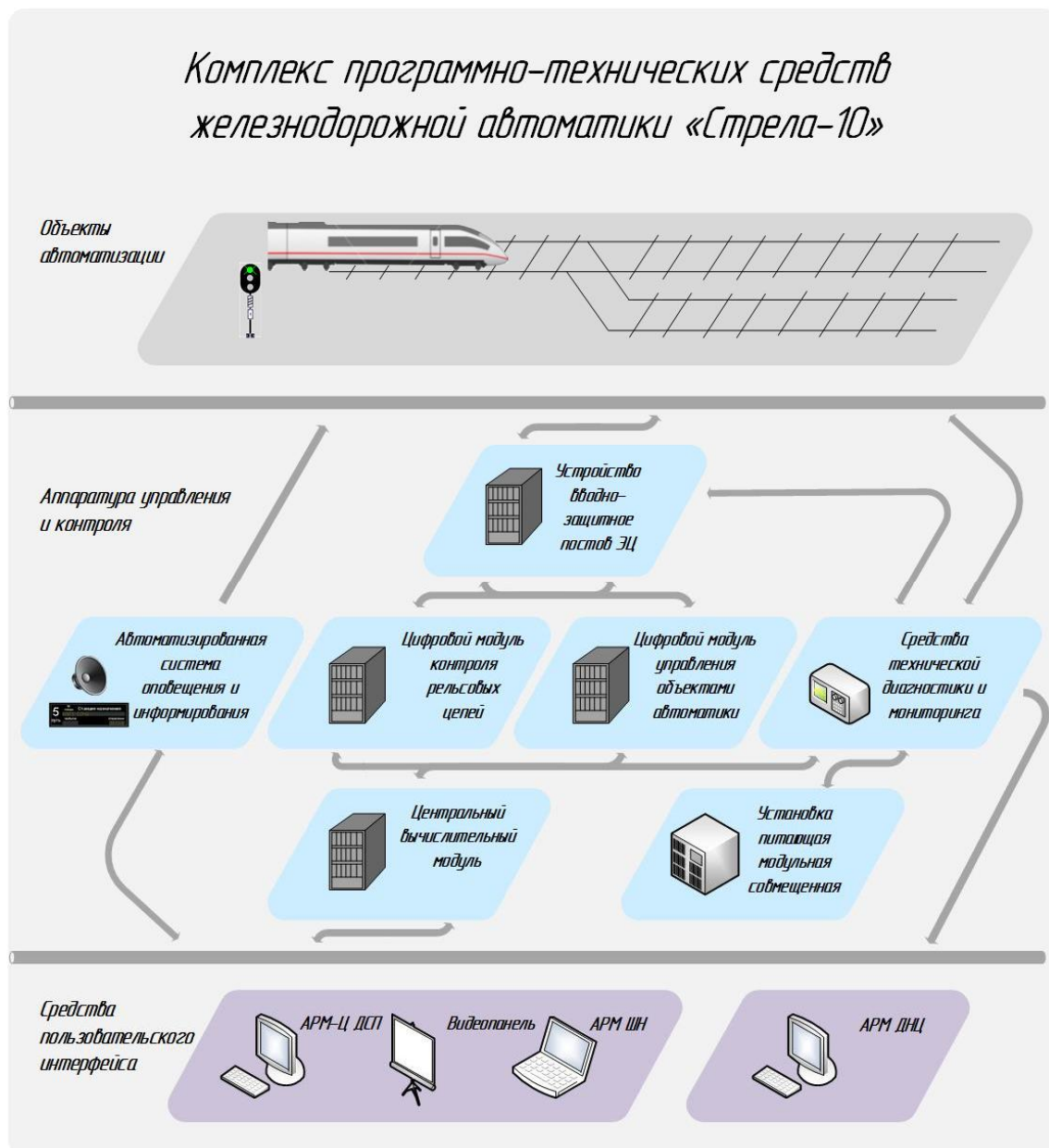


Рис. 1. Комплекс программно-технических средств железнодорожной автоматики «Стрела-10»

Первый значительный шаг в направлении создания комплекса был сделан в 2011 году, когда его первая версия была введена в эксплуатацию в электродепо «Московское» Харьковского метрополитена. На данном объекте были отработаны все важнейшие функции,



включая реализацию логических зависимостей, управление стрелками и светофорами, контроль и кодирование рельсовых цепей, электропитание, грозозащиту и т.д. Дальнейшие шаги были направлены на совершенствование аппаратуры, освоение ее серийного производства и вывод на различные рынки отдельных систем, входящих в состав комплекса и имеющих самостоятельное значение. Среди них – цифровой модуль контроля рельсовых цепей ЦМ КРЦ, системы электропитания, грозозащиты, которые широко внедряются в настоящее время в различных странах.

В июне 2015 года Комплекс «Стрела-10» был введен в опытную эксплуатацию на станции Головашевка Южной железной дороги.

При разработке Комплекса «Стрела-10» разработчики компании «Стальэнерго» стремились к повышению эффективности реализации систем регулирования движения поездов за счет:

- интеграции систем централизации, автоблокировки, технической диагностики и мониторинга, устройств защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений, автоматического оповещения и электропитания в единый комплекс с унифицированными взаимосогласованными техническими решениями и принципами реализации;

- открытости архитектурных решений и программного обеспечения, обеспечивающей простоту увязки с существующими и разрабатываемыми системами железнодорожной автоматики;

- исключения на уровне обеспечения безопасности промышленных компьютеров, функционирующих под управлением операционных систем, вместо которых впервые в мировой практике для реализации зависимостей систем централизации применены программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС). За счет этого были исключены риски для безопасности, связанные с «зависаниями» компьютеров, непредсказуемой реакцией операционных систем на нештатные ситуации, хакерством, так называемыми недокументированными возможностями;

- резервирования на системном уровне путем диверсификации методов и средств реализации ответственных функций, обеспечивающих поддержание работоспособности при отказах;

- резервирования на уровне компонентов систем, в том числе на уровне объектных контроллеров и аппаратуры рельсовых цепей.

В Комплексе «Стрела-10» приняты технические решения, обеспечивающие повышение показателей безопасности по сравнению с известными аналогами. В частности, в комплексе исключены схемы коммутации во всех цепях управления объектами централизации и автоблокировки. Формирование сигналов управления стрелками, светофорами и кодов автоматической локомотивной сигнализации выпол-



няется путем синтеза управляющих сигналов с использованием широтно-импульсной модуляции.

Для резервирования компонентов, обеспечивающих реализацию логических зависимостей и управления объектами автоматики, применяется схема «два дублированных канала» со встроенной самодиагностикой (1002D). Данная схема имеет преимущества по сравнению со структурой «два из трех» (2003) в части показателей безопасности, минимизирует объем оборудования, обеспечивающего обмен данными между различными подсистемами, а также позволяет применить простые схем бескоммутационного управления исполнительными объектами.

*Вывод.* Прогрессивные технические решения, примененные при создании Комплекса «Стрела-10», обеспечивают повышение эффективности реализации систем железнодорожной автоматики. Комплекс позволяет расширить функциональные возможности систем, улучшить технико-экономические показатели, повысить культуру обслуживания, существенно снизить затраты на проектирование и строительно-монтажные работы. Гибкость системы обеспечивает возможность увязки с микропроцессорными системами других производителей. В результате этого Комплекса «Стрела-10» имеет достаточный спектр преимуществ и потенциал для успешной конкуренции с лидерами рынка железнодорожной автоматики, как на украинском, так и на международном рынке.

### *Литература*

1. Малиновский М.Л. Перспективы использования FPGA-технологий в системах железнодорожной автоматики / М. Л. Малиновский, Д. А. Аленин, В. И. Барсов, Н. В. Коноваленко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Вип. 130. "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України" / ХНТУСГ. - Х., 2012. – С. 79-81
2. Сапожников В.В. Методы построения безопасных микроэлектронных систем ж.д. автоматики / В. В. Сапожник и др. М.: Транспорт, 1995, - 273 с.
3. Малиновский М.Л. Управление объектами критического применения на основе ПЛИС: моногр. / М.Л. Малиновский. – Х.: Факт, 2008. – 224 с.



**КОМПЛЕКС ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ  
ЗАЛІЗНОДОРОЖНОЇ АВТОМАТИКИ «СТРІЛА-10».  
АРХІТЕКТУРА ТА ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ**

Малиновський М., Солодовник І., Тихонравов С.

*Анотація* – у статті йдеться мова про створення комплексу програмно-технічних засобів залізничної автоматики «Стріла-10», представлена структура комплексу, перераховані джерела отримання економічного ефекту.

**"STRELA-10" SET OF SOFTWARE AND HARDWARE OF  
RAILWAY AUTOMATION.  
ARCHITECTURE AND IMPLEMENTATION**

M. Malinovskii, I. Solodovnik, S. Tichonravov

*Summary*

**In the article deals with the creation of complex software and hardware of railway automation "Strela-10" provides a set structure, list sources of economic effectiveness of implementation.**