

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕМ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ СТАНЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

В.П. Зырянов, А.В. Суворов, А.П. Поспелов (ЗАО "АйСиТи Автоматизация")

Представлены две типовые архитектуры автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) электроснабжением и электромеханическим оборудованием метрополитенов, предназначенные для реализации при модернизации существующих линий и при строительстве новых. Отмечено, что предложенные решения тиражируются на Дзержинской линии Новосибирского метрополитена.

Ключевые слова: автоматизированные системы диспетчерского управления, электроснабжение, электромеханическое оборудование, метрополитен.

Большинство метрополитенов России и стран СНГ эксплуатируется более 15...20 лет. Проектирование инженерных систем станций велось с использованием имеющихся на тот момент в распоряжении проектировщиков технических средств и решений. Большая часть средств телеуправления и телесигнализации в настоящее время сняты с производства и используют устаревшие низкоскоростные средства связи и нестандартные протоколы обмена данными. Это существенно усложняет их эксплуатацию и затрудняет развитие автоматизации из-за сложности их интеграции с новыми современными подсистемами. Применение высокотехнологичного и надежного оборудования для автоматизации стало особенно актуальным после принятия нормативных документов, определяющих требования к инженерному оснащению метрополитенов (СНиП 32-02-2003, "Строительные нормы и правила. Метрополитены" и СП 32-105-2004, "Свод правил по проектированию и строительству. Метрополитены"). Существующие системы управления оборудованием метрополитенов зачастую не соответствуют новым нормативам. Устаревшая техника не позволяет использовать экономичные и щадящие режимы управления, позволяющие продлить срок службы действующих устройств и механизмов.

Многие из этих проблем можно решить только путем реализации долгосрочной технической политики, направленной на внедрение систем автоматизированного управления и контроля, базирующихся на применении надежных современных средств автоматизации, стандартизованных промышленных протоколах и перспективных технических решениях. Это позволит существенно снизить или практически исключить текущие эксплуатационные затраты на обслуживание оборудования, высвобождая, таким образом, средства не только на новые проекты, но и на замену и модернизацию действующих инженерных систем. Автоматизация при этом служит средством для повышения безопасности и продления сроков эксплуатации действующего технологического оборудования, обеспечивает его безотказную работу за счет возможностей диагностики, своевременного выявления и устранения неисправностей и оптимизации режимов работы.

Общие принципы построения АСДУ для метрополитенов

Специфичность проектирования автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ)

для метрополитенов заключается не только в повышенной ответственности, связанной с безопасностью перевозок людей, но и в том, что эксплуатация основных компонентов систем диспетчерского управления осуществляется в подземных условиях при стесненном размещении и ограничениях во времени доступа к нему для профилактики и ремонта.

В связи с этим современные АСДУ должны соответствовать следующим требованиям:

- использование средств автоматизации, имеющих высокую надежность и устойчивость в работе, высокое качество структурных решений;
- наличие горячего резервирования вычислительных мощностей и коммуникаций;
- автоматизация диагностики технологического оборудования и своевременного предупреждения аварийных ситуаций через планирование предупредительных ремонтов;
- возможность расширения систем и подключения к АСДУ дополнительного оборудования с минимальными затратами времени и средств (масштабирование);
- обеспечение независимости служб эксплуатации от производителя оборудования и от разработчиков прикладного ПО.

Для полной реализации этих требований при проектировании АСДУ особо важным становится выбор производителя применяемых средств автоматизации и промышленных коммуникаций. Этот выбор должен базироваться на следующих критериях:

- наработка на отказ отдельных модулей и компонентов, предлагаемых производителем, должна составлять ≥ 250 тыс. ч;
- ПЛК, коммуникационные сопроцессоры и системы электропитания должны поддерживать функции горячего резервирования и содержать соответствующее системное ПО;
- возможность использования основного набора стандартных промышленных интерфейсов и протоколов для организации связи отдельных подсистем между собой, с интеллектуальными приборами КИП и А, а также с "верхним" уровнем диспетчерского управления;
- наличие средств разработчика прикладного ПО, позволяющих использовать "технологические" формы представления программ в соответствии со стандартом МЭК 61131-3;

АСДУ электроснабжением и электромеханическим оборудованием

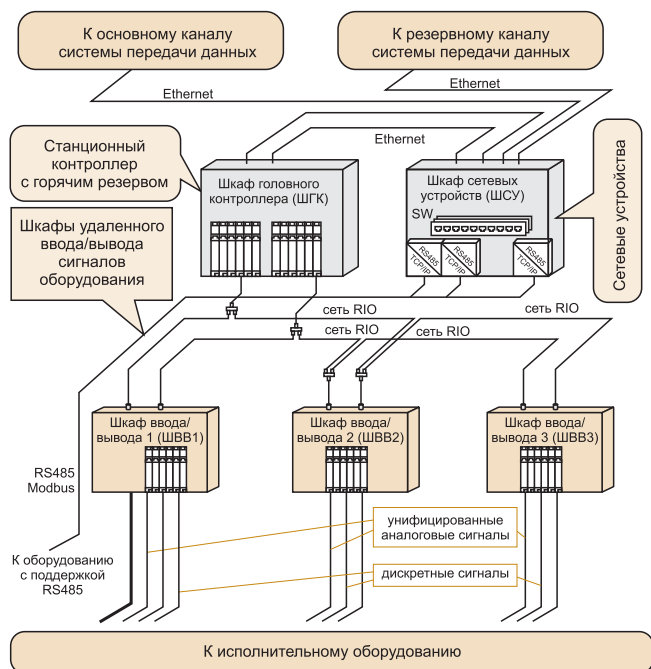


Рис. 1. Базовая структура системы сбора и передачи данных в АСДУ

- наличие широко развитой в РФ сервисно-сбытовой сети производителя для минимального времени поставки запчастей и сервисного обслуживания;

- наличие у производителя оборудования сети специализированных учебных центров в крупных городах РФ, способных осуществлять обучение и переподготовку обслуживающего персонала без длительного отрыва от производства.

В настоящее время, по мнению авторов, заявленным критериям в наиболее полной мере удовлетворяют такие производители, как Siemens, Schneider Electric и Rockwell Automation.

При разработке средств локальной автоматики электромеханических установок требования к системе и выбору поставщика аналогичны изложенным выше для АСДУ. Добавим, что электромеханическое оборудование во многом определяет потребление ресурсов, его корректная работа влияет и на ресурсоемкость эксплуатации в целом, и на обеспечение необходимых условий среды в пассажирской и рабочих зонах метрополитенов. Поэтому разработка локальной автоматики для него должна вестись с ориентацией на оптимизацию режимов работы технологических установок. Использование оптимальных режимов позволяет не только создать комфортные условия для пассажиров и обслуживающего персонала, но и увеличивает сроки службы оборудования и межремонтные интервалы. При модернизации старых установок это позволяет существенно продлить сроки службы действующего оборудования и сократить затраты на планово-предупредительный ремонт. Локальная автоматика в новых проектах с современным регулирующим, насосным и вентиляционным оборудованием делает их практически не требующими обслуживания.

При проектировании АСДУ за базовую принята структура, изображенная на рис. 1. В качестве ядра на уровне станции использованы ПЛК Modicon TSX Quantum производства Schneider Electric с горячим резервированием и дублированной системой удаленного ввода/вывода по сети RIO (Remote Input/Output). Промышленные цифровые сети реализованы на основе интерфейсов RS-485, Ethernet и протоколов Modbus RTU, Modbus Plus, ModbusTCP/IP.

Такая структура универсальна и применима для всех служб: электроснабжения, электромеханической, эскалаторной и службы движения. Модульность оборудования позволяет конфигурировать систему под любую задачу телеуправления, телесигнализации и телеизмерения.

На рис. 2 приведена укрупненная структура АСДУ электромеханическим оборудованием как наиболее сложной и разветвленной системы. Шкафы удаленного ввода/вывода распределены по станции (вестибюли и перегон) с учетом распределения технологических установок и соответствующего им числа каналов телеуправления и телесигнализации. Подобная структура применима при модернизации или замене устаревших систем телемеханики без замены существующих шкафов местного управления технологическими установками. Это позволяет не только существенно снизить ее энергопотребление и габариты по сравнению с существующими системами телемеханики, но и повысить надежность работы системы в целом. При этом обеспечивается практически неограниченная возможность расширения и модификации АСДУ в соответствии с возникающими в процессе эксплуатации потребностями, унификация оборудования и программных средств сопровождения систем.

При проектировании были решены задачи управления технологическим оборудованием различных изготовителей, определенных заказчиком как на тяговой подстанции (АСДУ-Э), так и в электромеханической службе (АСДУ-ЭМ). На головной контроллер АСДУ-ЭМ была возложена также часть функций локального автоматического управления электромеханическим оборудованием.

Для связи между системами станционной автоматики и пунктом диспетчерского управления линии используются волоконно-оптическая магистраль с кольцевой резервируемой топологией и сетевые коммутаторы.

Для АСДУ электромеханическим оборудованием новых строящихся линий структура модифицирована (рис. 3). При этом учтена необходимость функционирования и наладки электромеханических установок в автономном автоматическом режиме при отсутствии диспетчерского управления и связи со станционным контроллером. Все задачи автоматического регулирования возложены на локальные си-

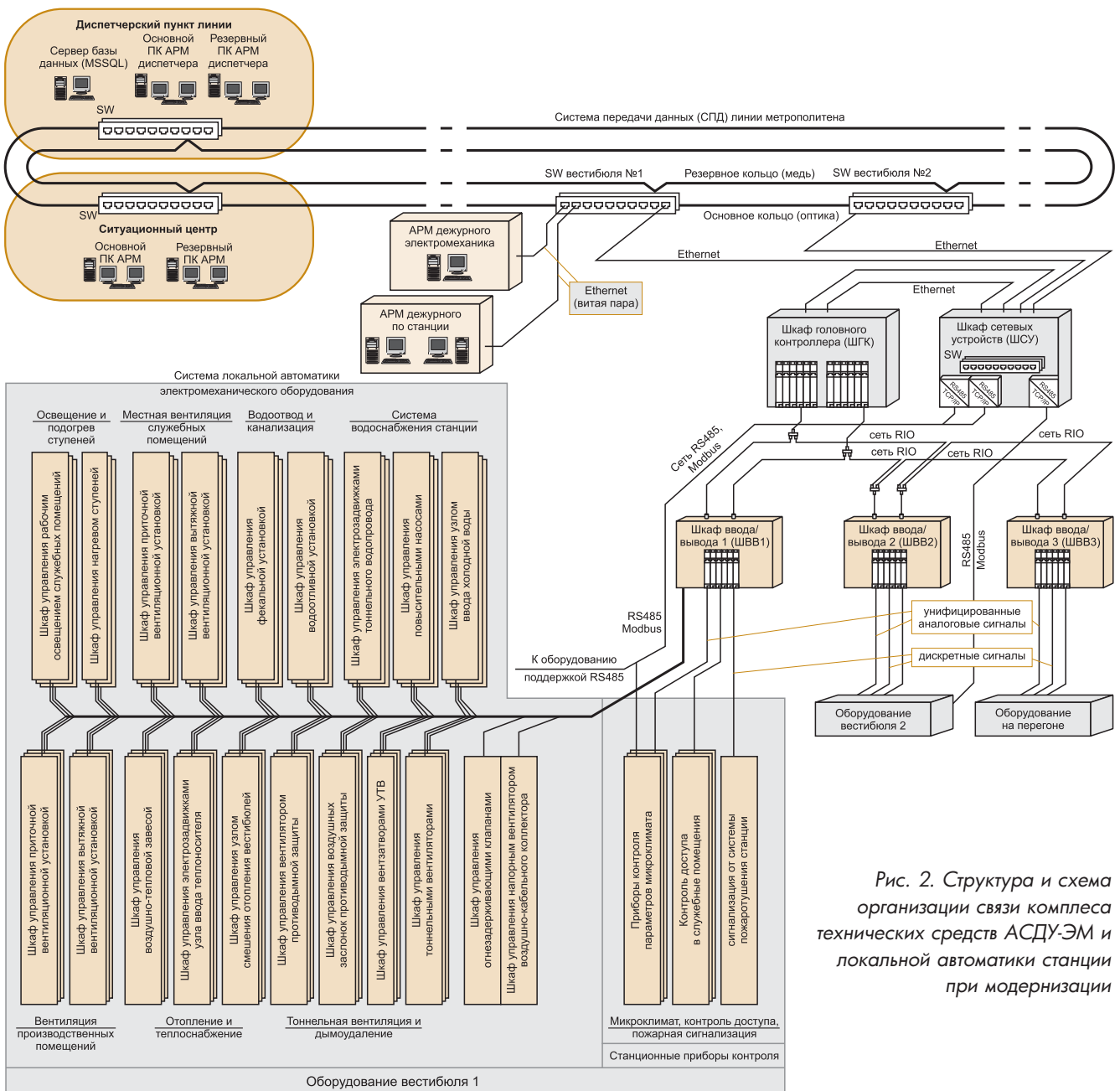


Рис. 2. Структура и схема организации связи технических средств АСДУ-ЭМ и локальной автоматики станции при модернизации

Общедоступное оборудование АСДУ

Шкаф головного контроллера (ШГК)	Шкаф станционного управляющего резервированного промышленного контроллера
Шкаф ввода/вывода 1 (ШВВ1)	Шкаф удаленного ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов
Шкаф сетевых коммутаторов 1 (ШСК 1)	Шкаф промышленных сетевых коммутаторов

Сокращения и условные обозначения

RIO (Remote Input/Output)	Сеть связи с устройствами удаленного ввода/вывода сигналов – ШВВ
SW	Коммутаторы и маршрутизаторы системы передачи данных метрополитена и шкафов сетевых устройств
RS485-TCP/IP	Преобразователи интерфейса RS485/Modbus в Ethernet, TCP/IP

стемы управления. Благодаря такому разделению функций управления оборудованием уменьшено число сигналов (дискретных и аналоговых), передаваемых через шкафы удаленного ввода/вывода, и соответственно число необходимых контрольных и измерительных кабелей. Головной контроллер станции больше не отвечает за автоматическое управление исполнительным оборудованием. Вся необходимая технологическая информация, измеряемые параметры, состояние установок передаются на уровень станционного контроллера и далее на диспетчерский уровень по цифровой сети Ethernet.

На станционном уровне использована унифицированная структура комплекса технических и программных средств контроля и управления оборудованием. Особенности применяемого оборудования, характеризующие его эксплуатационную надежность: замена модулей "на ходу" (без снятия напряжения), программирование безопасного состояния выходов при сбоях и неисправностях процессора, резервирование блоков питания, резервирование сетей связи, оптоволоконная связь с возможностью организации кольцевой структуры, защитное покрытие плат. В последних разработках применены, кроме того, встраи-

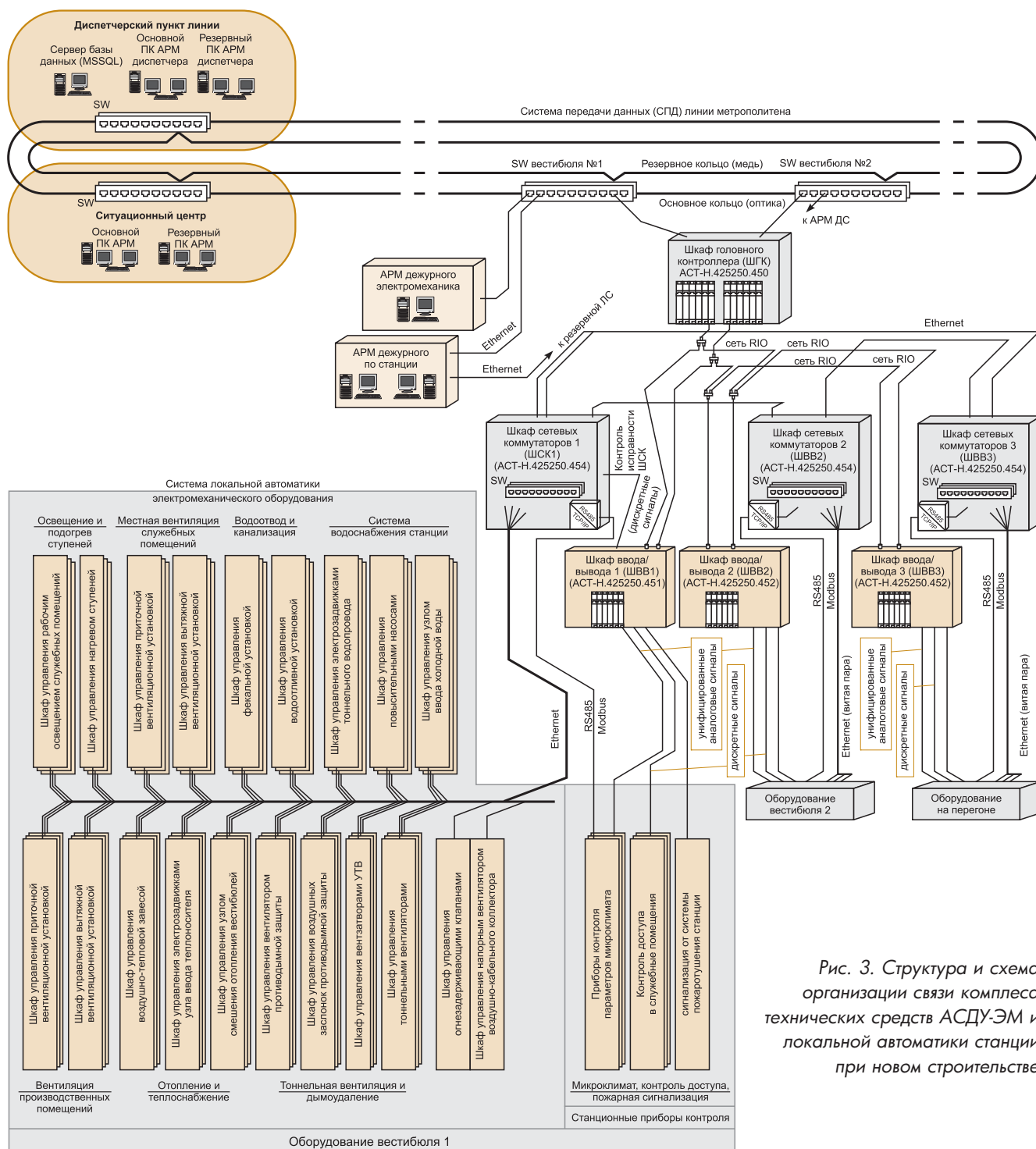


Рис. 3. Структура и схема организации связи комплекса технических средств АСУ-ЭМ и локальной автоматики станции при новом строительстве

Общедоступное оборудование АСУД

Шкаф головного контроллера (ШГК) АСТ-Н.425250.013.450	Шкаф стационарного управляющего резервированного промышленного контроллера
Шкаф ввода/вывода (ШВВ1) (АСТ-Н.425250.451)	Шкаф удаленного ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов
Шкаф сетевых коммутаторов 1 (ШСК1) (АСТ-Н.425250.454)	Шкаф промышленных сетевых коммутаторов

1. Рекомендуемую марку кабелей по поз. 1...7 см. черт. АСТ-Н.425250.013.ЗД

Сокращения и условные обозначения

RIO (Remote Input/Output)	Сеть связи с устройствами удаленного ввода/вывода сигналов – ШВВ
SW	Коммутаторы и маршрутизаторы системы передачи данных метрополитена и шкафов сетевых устройств
RS485-TCP/IP	Преобразователи интерфейса RS485/Modbus в Ethernet, TCP/IP

ваемые промышленные источники резервного питания, обеспечивающие автономную работу технических средств АСУД в течение ≥ 2 ч.

Головные стационарные контроллеры Modicon TSX Quantum с функцией горячего резервирования имеют разрешения Ростехнадзора России на приме-

нение на поднадзорных предприятиях; модули контроллеров внесены в Госреестр средств измерения.

Для управления оборудованием электромеханической службы разработаны шкафы локальной автоматики. Применение микропроцессорной и преобразовательной техники обеспечивают надежную и безо-

пасную эксплуатацию оборудования, диагностику технического состояния, телеизмерения технологических параметров, экономию ресурсов (тепло, электроэнергия), увеличение сроков службы оборудования, снижение эксплуатационных затрат. Наличие встроенного буферного модуля для питания управляющего контроллера и функции автоматического восстановления режима работы после исчезновения питающего напряжения обеспечивает устойчивость к нарушениям напряжения питания и снижает лишнюю нагрузку с диспетчера.

Шкафы локальной автоматики разработаны на базе модульных промышленных контроллеров и комплектующих производства Schneider Electric с учетом требования унификации и уменьшения состава ЗИП, оснащены органами местного управления и сигнализации, панелями индикации контролируемых параметров, состояния и режима работы оборудования. Для их интеграции в систему АСДУ-ЭМ используются стандартные интерфейсы RS-485 (протокол Modbus RTU) и Ethernet (протокол ModbusTCP/IP).

Управляющие программы контроллеров создаются на технологических языках программирования Concert и Unity, соответствующих стандарту МЭК61131-3.

Разработанный ряд шкафов автоматики позволяет использовать их при модернизации действующего ин-

женерного оборудования и подключать его к системам диспетчерского управления по цифровым сетям.

В 2004–2005 гг. силами ЗАО "АйСиТи Автоматизация" выполнен проект, поставлено оборудование АСДУ и в июне 2005 г. сданы заказчику АСДУ для службы электроснабжения, электромеханической службы новой станции метро "Березовая роща" Дзержинской линии Новосибирского метрополитена.

Этот же проект лег в основу модернизации средств телемеханики тягово-понижительных подстанций для ранее введенных в эксплуатацию станций Дзержинской линии Новосибирского метрополитена и подключения их специалистами Новосибирского метрополитена к действующему АРМу диспетчера службы электроснабжения.

Отсутствие отказов и сбоев в работе системы за прошедший период его эксплуатации в круглосуточном режиме подтвердили правильность принятых технических решений и идеологии построения АСДУ.

В настоящее время на основе описанных структур и принципов ЗАО "АйСиТи Автоматизация" закончилось комплексное проектирование систем стационарной автоматики, АСДУ-Э и АСДУ-ЭМ для строящейся станции метро "Золотая Нива" и их привязку к действующим системам АСДУ Дзержинской линии Новосибирского метрополитена.

Зырянов Владимир Павлович, Суворов Алексей Владимирович, Поспелов Алексей Петрович — инженеры ЗАО "АйСиТи Автоматизация".

Контактный телефон (383) 30-40-263, факс (383) 30-40-574. E-mail: nsk@ictglobal.ru Http://www.ictglobal.ru

КОМПЛЕКТ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ТРАМВАЙНЫХ ВАГОНОВ ТИПА ТЗ

П.А. Васильев, В.В. Маевский, О.А. Маньлов
(ЗАО "Автоматизированные системы и комплексы")

Представлены результаты модернизации электропривода трамвайных вагонов "Татра". Описан полупроводниковый преобразователь тягового электропривода, разработанный на предприятии.

Ключевые слова: трамвайный вагон, электрооборудование, тяговый электропривод, полупроводниковый преобразователь, широтно-импульсная модуляция, реконструкция.

В настоящее время на территории бывшего СССР все еще находятся в эксплуатации трамвайные вагоны типа ТЗ производства ЧССР. Несмотря на то, что вагоны этого типа уже давно не выпускаются, во многих городах они составляют основу парка подвижного состава. Число вагонов такого типа настолько велико, что полностью заменить их на вагоны новых моделей в ближайшее время не представляется возможным. Несмотря на почтенный возраст, вагоны ТЗ продолжают оставаться в строю не только из-за финансовых соображений, но и из-за удачной и надежной конструкции ходовой части и кузова. Инфраструктура многих трамвайных депо предназначена для эксплуатации вагонов именно этого типа, поэтому переход на новый тип подвижного состава будет для них сопровождаться дополнительными затратами.

Однако электрооборудование тягового привода таких вагонов все-таки уже устарело как морально, так и физически.

ЗАО "Автоматизированные системы и комплексы" в сотрудничестве с МУП ЕТТУ (г. Екатеринбург) создали полупроводниковый преобразователь тягового электропривода для замены старого тягового электрооборудования вагонов ТЗ, что позволяет продлить срок службы еще вполне пригодной к эксплуатации ходовой части и кузова. При этом стоимость реконструкции в несколько раз меньше стоимости новых вагонов. Разумеется, такой подход не исключает необходимости обновления парка, но позволяет трамвайным хозяйствам вести закупку новых вагонов менее интенсивно, так как уже существующим вагонам "дается вторая жизнь".