



Комплексная автоматизированная система диспетчерского управления работой Екатеринбургского метрополитена

Александр Никитин, Дмитрий Углев

В статье рассматриваются особенности организации диспетчерского управления работой Екатеринбургского метрополитена, структура объектов управления и контроля, а также принципы построения комплексной автоматизированной системы диспетчерского управления.

ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЕКАТЕРИНБУРГСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Любой метрополитен как система внеуличного городского пассажирского транспорта представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных систем, призванных обеспечить удобную, быструю и безопасную перевозку населения. Необходимость соблюдать требования безопасности перевозочного процесса и обеспечивать заданную провозную способность линий привела к закономерной централизации и автоматизации ряда технологических процессов работы метрополитена.

В Екатеринбургском метрополитене для эксплуатации и ремонта оборудования и устройств организованы соответствующие службы. Это службы пути и тоннельных сооружений (ПТС), движения (Д), сигнализации, централизации и блокировки и связи (Ш), подвижного состава (Т), электроснабжения (Э), электромеханическая служба (ЭМ) и другие. При этом в трёх из указанных служб: Д, Э и ЭМ — имеется особый сменный персонал — диспетчеры, призванный организовывать и управлять эксплуатационной и ремонтно-технологической работой метро. Если в административном отношении каждый работник подчиняется своему непосредственному начальнику, то в оперативном — диспетчеру соответствующей службы, а по вопросам, связанным с

движением поездов, — поездному диспетчеру. Диспетчеры всех служб и подразделений в оперативной работе, связанной с движением поездов, также подчинены поездному диспетчеру, приказ которого обязателен для всех работников метрополитена [1]. Нельзя не отметить, что служба движения работает в тесном взаимодействии со службой Ш, так как в ведении последней находится аппаратура организации обеспечения безопасности движения поездов.

Помимо диспетчерского персонала линии метрополитена на каждой станции имеется персонал дежурных:

- на конечных станциях с путевым развитием — дежурный по станции (ДСП) и дежурный поста централизации (ДСЦП);
- на промежуточных станциях — только дежурные по станции.

ДСП отвечает за работу станции в целом, в то время как ДСЦП помимо обязанностей, возложенных на ДСП, ещё и управляет движением поездов в пределах станции.

ОБЪЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

Диспетчеры метрополитена выполняют контроль и управление перечисленными далее объектами и устройствами.

По службе движения: светофоры, рельсовые цепи, стрелочные электроприводы, системы электрической централиза-

ции на станциях, системы регулирования движения поездов на перегонах (автоматическая блокировка, автоматическая локомотивная сигнализация), устройства выявления перегрева букс и контроля габарита электроподвижного состава. В целом комплекс управления и контроля за движением поездов носит название «диспетчерская централизация (ДЦ)», в состав которой входит автоматизированная система построения графика нормативного и исполненного движения поездов.

По службе электроснабжения: совмещённые тягово-понижительные подстанции (СТП), деповская (ДПП) и тоннельные понижительные подстанции (ТПП). Основными исполнительными органами, участвующими в технологическом процессе обеспечения электроэнергией, являются выключатели вводов, кабельных перемычек и отходящих фидеров 10 кВ; секционные выключатели 10 кВ; автоматические выключатели вводов РУ-220 В, РУ-380 В; секционные выключатели питания силовых нагрузок РУ-380 В; быстродействующие автоматические выключатели фидеров 825 В, питающих контактную сеть; заземляющие разъединители шин 825 В на СТП; линейные разъединители фидеров 825 В, питающих контактную сеть; зонные и тупиковые разъединители контактной сети; трансформаторы силовые; трансформаторы освещения; трансформаторы СЦБ (СЦБ — устройства сигнализации, централизации и блокировки);

кремниевые-выпрямительные агрегаты. Кроме того, к этой службе относятся устройства освещения станций и тоннелей.

По электромеханической службе: установки тоннельной и местной вентиляции (вытяжные и приточные системы); вентиляторы и клапаны дымоудаления; воздушно-тепловые завесы; водопроводные задвижки; эскалаторы; водоотливные и канализационные установки; артезианские скважины; устройства для обеззараживания воды; оборудование водопонижения тоннельных камер и станций.

Исходя из этого, оперативный персонал метрополитена должен иметь в распоряжении технические средства для управления и контроля своих объектов, причём на станциях для дежурного персонала в перечень таких объектов входят устройства служб Ш, Э и ЭМ, расположенные в пределах станции и части тоннелей, примыкающих к этой станции.

Комплексная автоматизированная система диспетчерского управления

Изначально первая (и пока единственная) линия Екатеринбургского метрополитена была оборудована системой диспетчерской централизации на основе СКЦ-67 для нужд поездного диспетчера и системами телемеханики «Лисна-Ч» для нужд энергодиспетчера и диспетчера электромеханической службы. Для дежурных на станциях использовалась система управления работой станции (СУРСТ), а для управления движением поездов в пределах станции – система маршрутно-релейной централизации (МРЦ). Все указанные системы были построены на полупроводниковой и релейной элементной базе.

В 2009 году были начаты работы по созданию комплексной автоматизированной системы диспетчерского управления (КАС ДУ), призванной заменить указанные системы управления и контроля. За основу была взята аналогичная система Петербургского метрополитена, разработанная специалистами Центра компьютерных железнодорожных технологий Петербургского государственного университета путей сообщения (ЦКЖТ ПГУПС).

Назначение и цели применения КАС ДУ

КАС ДУ предназначена для выполнения следующих задач:

- централизованного диспетчерского управления электрической централизацией стрелок и сигналов, управления электроснабжением, а также управления инженерно-техническими устройствами и эскалаторами из единого центра диспетчерского управления;
- диагностики технических средств КАС ДУ и объектов управления и контроля (вплоть до отдельного функционального узла);
- выдачи диспетчерам оперативной и нормативно-справочной информации;
- формирования отчётных документов (время работы устройства, объём потребления ресурсов и прочее).

При разработке технического задания на применение КАС ДУ в Екатеринбургском метрополитене были поставлены следующие цели:

- расширение функциональных возможностей диспетчерского управления движением поездов, устройствами электроснабжения и электромеханическими устройствами;
- повышение оперативности диспетчерского управления на основе использования единой информационной базы, увеличения объёма оперативной информации и повышения её достоверности;
- эффективное использование каналов связи и технических средств;
- снижение эксплуатационных расходов за счёт унификации применяемого оборудования и системы технического обслуживания телемеханики;
- повышение точности выполнения графика движения поездов и работы эскалаторов за счёт более оперативной координации работы диспетчеров при организации технологической работы метрополитена.

Особенностью построения системы стала необходимость увязки со СМИС (система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений) для передачи информации о различных аварийных и предаварийных событиях технических объектов метрополитена.

Структура КАС ДУ

При реализации проекта КАС ДУ была применена классическая трёхуровневая структура систем диспетчерского управления (рис. 1): верхний, средний и нижний уровень.

На данную схему наложили свой отпечаток особенности Екатеринбургско-

го метрополитена. Иерархия КАС ДУ выполнена как по вертикали, так и по горизонтали, что видно из наличия трёх служб метро, имеющих диспетчерский аппарат. Отсюда структурно можно выделить подсистемы КАС ДУ по службам Ш, Э и ЭМ (по принадлежности технических средств).

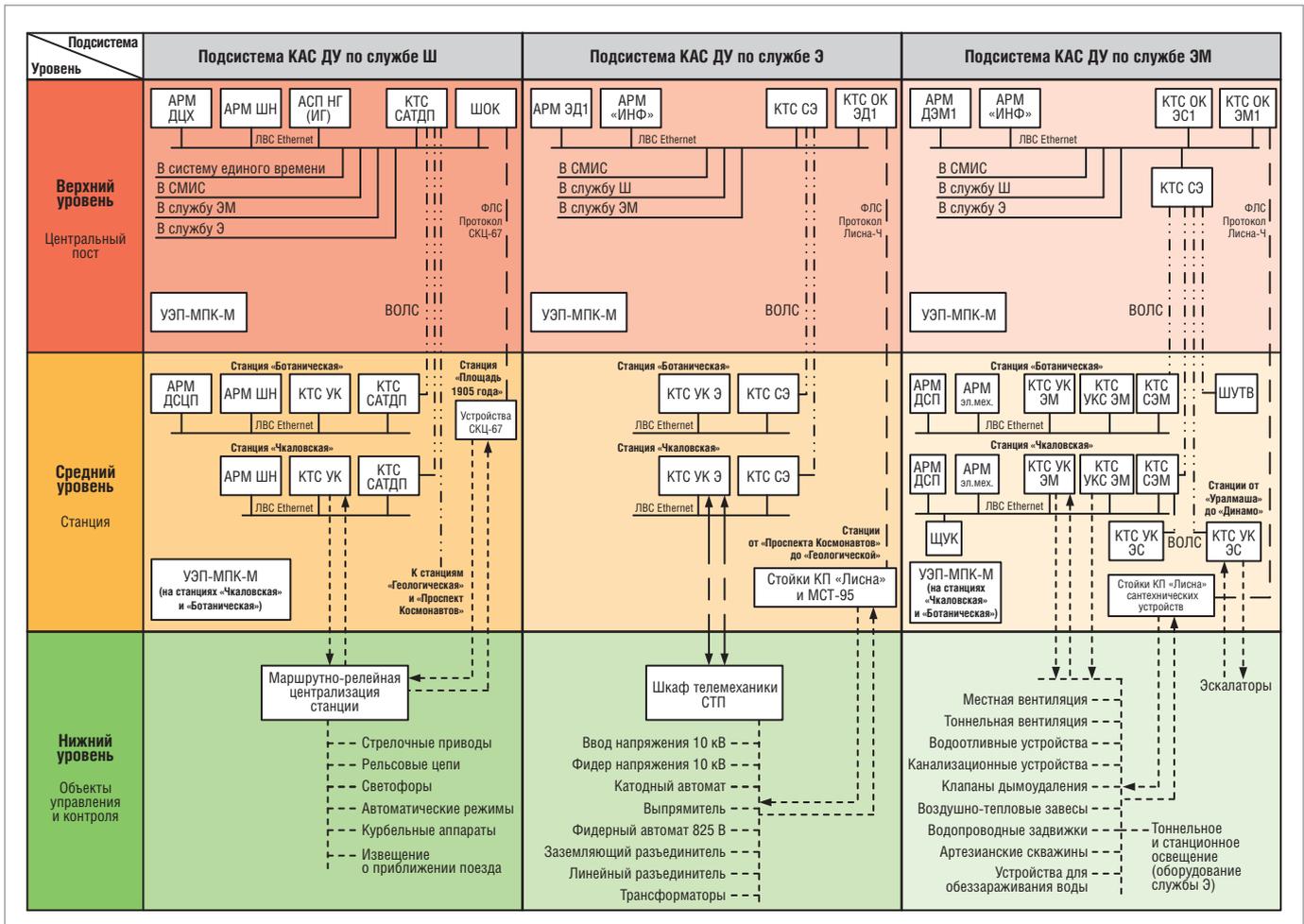
В качестве линий связи между оборудованием верхнего и среднего уровней выступают волоконно-оптические (ВОЛС) и физические двухпроводные линии. Первая группа линий постепенно вытесняет вторую в ходе модернизации оборудования метрополитена.

Синхронизация времени выполнена на базе единого сервера времени метрополитена.

Верхний уровень вертикальной иерархии системы расположен в здании инженерного корпуса Екатеринбургского метрополитена и представляет собой три центра диспетчерского управления (центральных поста): центр управления движением поездов, центр контроля и управления энергообъектами и центр контроля и управления объектами электромеханической службы. Здесь же расположено оборудование СМИС.

В качестве аппаратов управления выступают автоматизированные рабочие места: поездного диспетчера – АРМ ДЦХ, энергодиспетчера – АРМ ЭД1 и диспетчера службы ЭМ – АРМ ДЭМ1. На рис. 2 представлен общий вид АРМ ДЦХ. Каждый АРМ выполнен по схеме со 100% «горячим» резервированием и включает системный блок, манипулятор мышь, клавиатуру, акустические колонки и средства отображения – мониторы или плазменные панели, расположенные на определённом расстоянии от стола диспетчера и установленные на металлических стойках. Данная компоновка средств отображения информации в совокупности с программным обеспечением позволяет каждому диспетчеру просматривать как весь полигон управления, то есть все станции линии метро, так и укрупнённо отдельную станцию.

Помимо АРМ диспетчеров на каждом центральном посту установлены АРМ для технического персонала: АРМ электромеханика службы СЦБ и связи, информационное рабочее место АРМ «ИНФ» службы Э и такое же АРМ для службы ЭМ. Указанные АРМ позволяют контролировать объекты соответствующей службы, а также формировать, сохранять, архивировать и просматривать графические и текстовые



Условные обозначения: служба Ш – служба сигнализации, централизации и блокировки и связи; служба Э – служба электроснабжения; служба ЭМ – электромеханическая служба; АРМ ДЦХ – АРМ поездного диспетчера; АРМ ШН – АРМ электромеханика службы Ш; АСП НГ (ИГ) – АРМ системы автоматизированного построения нормативных и исполненных графиков движения поездов; КТС САТДП – комплекс технических средств связи службы Ш; ШОК – шкаф обработки каналов службы Ш; УЭП-МПК-М – устройства электропитания на базе шины постоянного тока; АРМ ДСЦП – АРМ дежурного поста централизации; КТС УК – комплекс технических средств управления и контроля; СКЦ-67 – система диспетчерской централизации; АРМ ЭД1 – АРМ энергодиспетчера; АРМ «ИНФ» – информационное рабочее место; КТС СЭ – комплекс технических средств связи службы Э; КТС ОК ЭД1 – комплекс технических средств обработки каналов службы Э; КТС УК Э – комплекс технических средств управления и контроля службы Э; СТП – совмещённые тягово-понижительные подстанции; АРМ ДЭМ1 – АРМ диспетчера службы ЭМ; КТС ОК ЭС1 – комплексы технических средств обработки каналов от эскалаторных устройств; КТС ОК ЭМ1 – комплексы технических средств обработки каналов от санитарно-технических устройств; АРМ ДСП – АРМ дежурного по станции; АРМ эл. мех. – АРМ электромеханика; КТС УК ЭМ – комплекс технических средств управления и контроля службы ЭМ; КТС УК ЭМ – силовые шкафы КТС УК службы ЭМ; КТС СЭМ – комплекс технических средств связи службы ЭМ; ШУТВ – шкаф управления тоннельной вентиляцией; ЦУК – щиты удаленного контроля; КТС УК ЭС – комплекс технических средств управления и контроля эскалаторов; КП – контрольные пункты; ВОЛС – волоконно-оптические линии связи; ФЛС – физические линии связи; СМИС – система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений; ЛВС – локальная вычислительная сеть.

Рис. 1. Структурная схема КАС ДУ

протоколы работы подсистем КАС ДУ (максимальный период – 60 суток). Для служб Э и ЭМ формируется только текстовый протокол работы, а для службы Ш – и графический, и текстовый. Для служб Э и ЭМ графический протокол неэффективен, так как динамика изменения состояния устройств этих служб невелика по сравнению с устройствами управления и контроля движения поездов. Архив протоколов позволяет работникам служб разбирать и анализировать причины и последствия сбоев и отказов устройств, а также отбатывать навыки действий при их возникновении.

Все АРМ связаны по локальной вычислительной сети на базе Ethernet со шкафами связи и шкафами управления и контроля (обработки каналов):

- для службы Ш – комплекс технических средств связи КТС САТДП и шкаф обработки каналов ШОК;
- для службы Э – комплекс технических средств связи КТС СЭ и комплекс технических средств обработки каналов КТС ОК ЭД1;
- для службы ЭМ – комплекс технических средств связи КТС СЭМ и комплексы технических средств обработки каналов КТС ОК ЭМ1 (каналы от санитарно-технических устройств) и

КТС ОК ЭС1 (каналы от эскалаторных устройств).

КТС связи служат для организации цифровых каналов связи между уровнями КАС ДУ и на уровне центральных постов и включают в себя коммутаторы Cisco, патч-панели, оптический кросс, а также сервер для увязки со СМИС. На рис. 3 представлен общий вид шкафа КТС СЭ.

КТС и шкаф обработки каналов служат для организации аналоговых каналов связи по действующим линиям старых систем диспетчерского управления СКЦ-67 и «Лисна-Ч», а также для обработки и формирования всего массива

NOVASTAR

Дизайн • Функциональность • Практичность



Ин**NOVA**ционный шкаф для 19" электронного оборудования

- Аудио- и видеотехника
- Лабораторные измерения
- Испытания и контроль

Технические характеристики

- 19-дюймовый разборный каркас из алюминиевого профиля
- Два класса нагрузки: Slim-line и Heavy-Duty
- Ширина всего 553 мм
- Высота от 360 (6U) до 2200 мм (47U)
- Глубина от 550 до 880 мм
- Боковой Т-образный паз для крепления консолей и пультов
- Легкое перемещение на роликовых опорах



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SCHROFF

МОСКВА Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
АЛМА-АТА Тел.: (727) 329-5121; 320-1959 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
ВОЛГОГРАД Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
КАЗАНЬ Тел.: (843) 203-6020 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
КИЕВ Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
КРАСНОДАР Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Н. НОВГОРОД n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ОМСК Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
САМАРА Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
УФА Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЧЕЛЯБИНСК Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

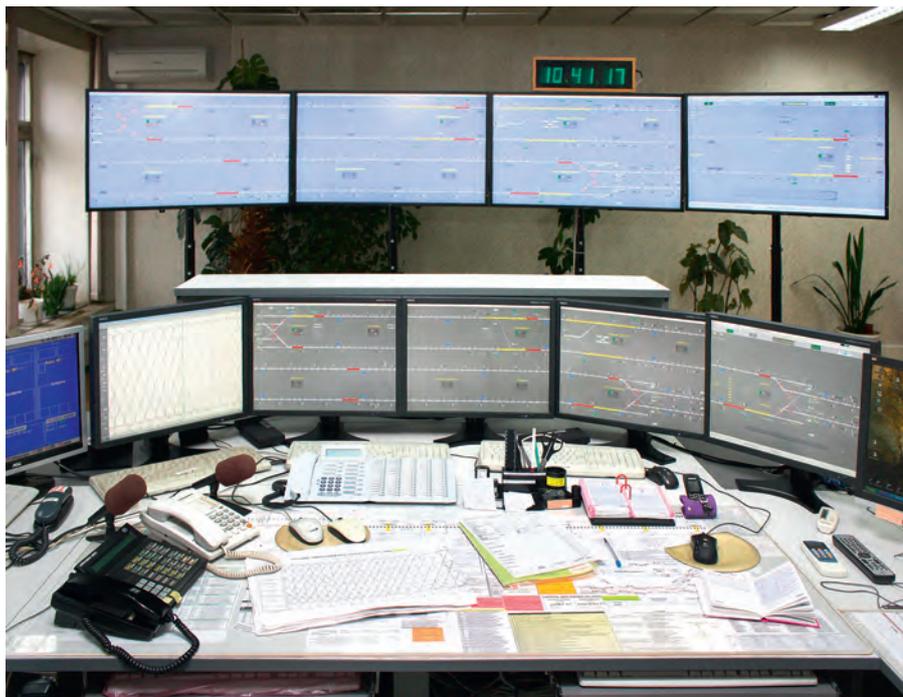


Рис. 2. АРМ поездного диспетчера

сигналов и команд телеуправления ТУ и телесигнализации ТС, поступающих от АРМ и к ним. В состав оборудования данных шкафов входят источники питания, контроллеры, релейная схема переключения комплектов шкафа, модули дискретного ввода-вывода, модули преобразования интерфейсов, платы сопряжения с линиями связи и платы цифровой обработки сигналов. Все указанные шкафы построены по схеме со 100% «горячим» резервированием.

Для организации электропитания оборудования верхнего уровня КАС ДУ были установлены устройства электропитания на базе шины постоянного тока УЭП-МПК-М, в состав которых входит система бесперебойного питания (не менее двух часов работы), обеспечивающая непрерывность работы устройств КАС ДУ при перерывах и переключениях внешнего электроснабжения. Кроме этого УЭП-МПК-М осуществляет гарантированное электропитание обеспечивающих систем (кондиционирование воздуха). На рис. 4 представлен общий вид устройств электропитания УЭП-МПК.

Дополнительно для нужд службы движения установлены АРМ системы автоматизированного построения нормативных и исполненных графиков движения поездов (АСП НГ и АСП ИГ соответственно).

Увязка с системой СМИС выполнена посредством отдельных серверов по каждой службе Ш, Э и ЭМ, а также дополнительного коммутатора, установ-

ленного в шкафу КТС СЭМ и связанного со шкафом СМИС по ЛВС.

Средний уровень КАС ДУ – стационарный и включает в себя схожее оборудование АРМ, КТС и УЭП-МПК-М.

При этом оборудование подсистемы КАС ДУ по службе Ш – релейно-процессорная централизация ЭЦ-МПК – установлено на станциях «Перспект Космонавтов», «Геологическая», «Чкаловская» и «Ботаническая»; оборудование подсистемы КАС ДУ по службе Э установлено на станциях «Ботаниче-



Рис. 3. Шкаф комплекса технических средств связи службы Э

ская» и «Чкаловская»; оборудование подсистемы КАС ДУ по службе ЭМ установлено на станциях «Уралмаш», «Уральская», «Динамо», «Чкаловская» и «Ботаническая».

Состав оборудования следующий:

- АРМ ДСП и АРМ ДСПЦ;
- АРМ электромехаников служб Ш и ЭМ;
- шкафы связи КТС САДП, КТС СЭ, КТС СЭМ;
- шкафы управления и контроля КТС УК АДП, КТС УК Э, КТС УК ЭМ;
- шкафы контроля и управления эскалаторными устройствами КТС УК ЭС;
- шкафы силовые КТС УК ЭМ (в них установлены реле для увязки с нижним уровнем КАС ДУ по управлению);
- щиты удалённого контроля ЩУК (установлены для контроля устройств водопонижения станций «Чкаловская» и «Ботаническая»);
- шкаф управления тоннельной вентиляцией ШУТВ (установлен в одной из тоннельных камер для увязки по управлению и контролю вентиляционного агрегата с частотным приводом);
- устройства электропитания УЭП-МПК-М.

АРМ, шкафы связи, управления и контроля выполнены по схеме со 100% «горячим» резервированием.

В состав шкафов КТС УК входят источники питания, контроллеры, релейная схема переключения комплектов шкафа, модули преобразования интер-



Рис. 4. Устройства электропитания УЭП-МПК-М

Industrial Ethernet высокого напряжения

Коммуникационное оборудование
для промышленных условий эксплуатации



Управляемый промышленный модульный коммутатор
Greyhound (серия GRS)

До 24 портов TX/FX, 4 порта Gigabit Ethernet



HIRSCHMANN



Ostopus OS20 – промышленный коммутатор IP67

- Герметичные разъемы M12 100Base-TX/FX
- Резервирование, удаленное управление



HiVision Industrial – ПО для управления промышленной сетью

- Мониторинг и диагностика сети
- Управление большим количеством коммуникационного оборудования



Серия RSP – промышленные коммутаторы МЭК 61850

- Параллельное и «бесшовное» резервирование
- Синхронизация PTP IEEE 1588 v2



EAGLE30-0402 – промышленный межсетевой экран

- Конфигурируемый стационарный сетевой экран и маршрутизатор
- Оптимизирован для промышленных протоколов

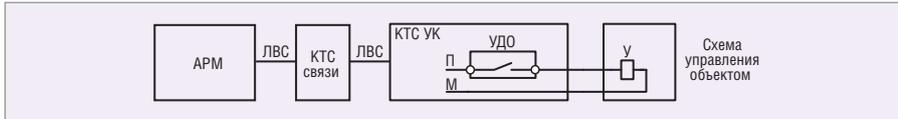


ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ HIRSCHMANN

PROSOFT® 25 ЛЕТ

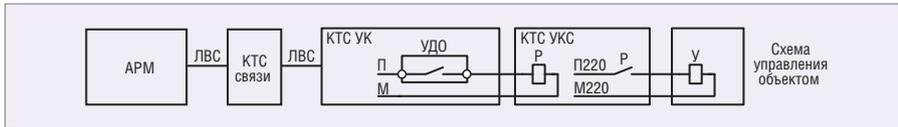
МОСКВА
С.-ПЕТЕРБУРГ
АЛМА-АТА
ВОЛГОГРАД
ЕКАТЕРИНБУРГ
КАЗАНЬ
КРЕМЛЬ
КРАСНОДАР
Н. НОВГОРОД
НОВОСИБИРСК
ОМСК
САМАРА
УФА
ЧЕЛЯБИНСК

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (727) 329-5121; 320-1959 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
Тел.: (843) 203-6020 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru



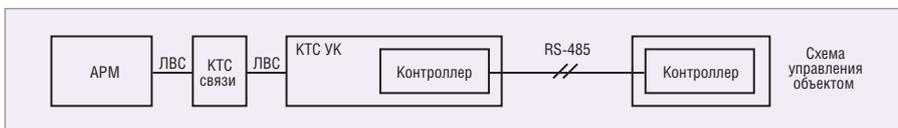
Условные обозначения: АРМ – автоматизированное рабочее место; ЛВС – локальная вычислительная сеть; КТС связи – комплекс технических средств связи; КТС УК – комплекс технических средств управления и контроля; УДО – устройство дискретных окончаний; П – плюс питания; М – минус питания; У – электромагнитное реле из схемы управления объектом.

Рис. 5. Прямопроводное управление



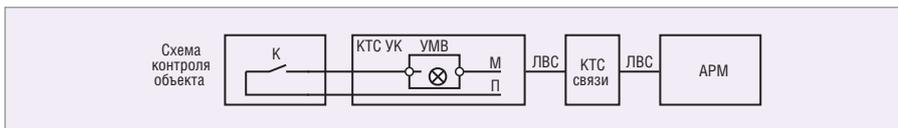
Условные обозначения: АРМ – автоматизированное рабочее место; ЛВС – локальная вычислительная сеть; КТС связи – комплекс технических средств связи; КТС УК – комплекс технических средств управления и контроля; КТС УКС – силовые шкафы КТС УК; Р – электромагнитное реле в силовом шкафу КТС УКС; УДО – устройство дискретных окончаний; П – плюс питания; М – минус питания; P220 – плюс питания =220 В; M220 – минус питания =220 В; У – электромагнитное реле из схемы управления объектом.

Рис. 6. Прямопроводное управление через силовой шкаф



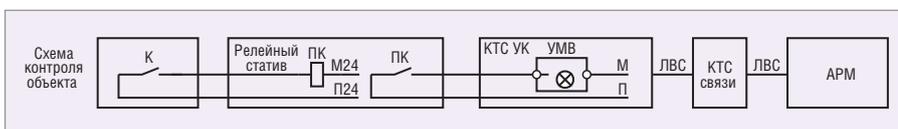
Условные обозначения: АРМ – автоматизированное рабочее место; ЛВС – локальная вычислительная сеть; КТС связи – комплекс технических средств связи; КТС УК – комплекс технических средств управления и контроля.

Рис. 7. Управление через цифровой стык



Условные обозначения: К – контакт в схеме состояния объекта; КТС УК – комплекс технических средств управления и контроля; УМВ – устройство матричного ввода; П – плюс питания; М – минус питания; АРМ – автоматизированное рабочее место; ЛВС – локальная вычислительная сеть; КТС связи – комплекс технических средств связи.

Рис. 8. Прямопроводной контроль



Условные обозначения: К – контакт в схеме состояния объекта; ПК – промежуточное контрольное реле; КТС УК – комплекс технических средств управления и контроля; УМВ – устройство матричного ввода; П – плюс питания; М – минус питания; P24 – плюс питания =24 В; M24 – минус питания =24 В; АРМ – автоматизированное рабочее место; ЛВС – локальная вычислительная сеть; КТС связи – комплекс технических средств связи.

Рис. 9. Прямопроводной контроль через промежуточное реле

фейсов, коммутаторы, а также устройства сопряжения с объектами: по управлению – платы УДО (устройство дискретных окончаний), по контролю – платы УМВ (устройство матричного ввода).

Указанное оборудование в зависимости от назначения расположено в помещениях дежурных, релейных, машинных залов эскалаторов, щитовых и объединено в ЛВС в пределах станции. При этом на станции «Чкаловская» КТС

управления и контроля эскалаторными устройствами соединён со шкафом связи посредством ВОЛС (с установкой медиаконвертеров) из-за большого расстояния между помещениями.

Нижний уровень КАС ДУ – это объекты управления и контроля, перечень которых был представлен ранее. Узвязка таких объектов по управлению со средним уровнем производится несколькими способами:

- прямопроводное управление (рис. 5): с АРМ команда поступает в КТС УК, в котором на соответствующей плате УДО срабатывает твердотельный ключ и замыкает цепь включения электромагнитного реле из схемы управления объектом. Данный способ применяется в подсистемах КАС ДУ по службе Ш и ЭМ;
- прямопроводное управление через силовой шкаф (рис. 6): то же самое, но твердотельный ключ замыкает цепь включения электромагнитного реле в силовом шкафу КТС УКС, контакты которого, в свою очередь, замыкают цепь включения электромагнитного реле из схемы управления объектом. Данный способ применяется в подсистеме КАС ДУ по службе ЭМ;
- управление через цифровой стык (рис. 7): в этом случае шкаф КТС УК связан с объектом управления цифровой линией связи интерфейса RS-485 или посредством модемов. Данный способ применяется в подсистемах КАС ДУ по службе Э и ЭМ. Узвязка по контролю также выполнена несколькими способами:
- прямопроводной контроль (рис. 8): в результате замыкания контакта электромагнитного реле из схемы контроля состояния объекта на соответствующую ячейку платы УМВ, расположенной в шкафу КТС УК, подаётся полюс питания. Данный способ применяется в подсистемах КАС ДУ по службе Ш и ЭМ;
- прямопроводной контроль через промежуточное реле (рис. 9): то же самое, что и прямопроводной контроль, но полюс питания подаётся на ячейку платы УМВ при замыкании контакта промежуточного контрольного реле, расположенного на релейном стативе рядом со шкафом КТС УК. Питание на обмотку этого реле подаётся в результате замыкания контакта электромагнитного реле из схемы контроля состояния объекта. Данный способ применяется в подсистемах КАС ДУ по службе ЭМ;
- контроль через цифровой стык: аналогично узвязке по управлению посредством интерфейса RS-485 или модемов. Данный способ применяется в подсистемах КАС ДУ по службе Э и ЭМ.

Приведённое многообразие способов узвязки по управлению и контролю обусловлено особенностями объектов нижнего уровня КАС ДУ, объём

Высокоскоростные удлинители Ethernet с питанием по сигнальной линии

PoE-камера

IEEE 802.3at / IEEE 802.3af



Питание +48/55 В

Модель ED3538T – удлинитель Ethernet по VDSL с передачей питания по сигнальному кабелю

Модель ED3538R – удлинитель Ethernet по VDSL с питанием от сигнального кабеля и передачей PoE-питания конечному устройству

- ✓ Передача питания для обратного преобразователя и конечного устройства на расстояние до 1300 м
- ✓ Скорость передачи данных по технологии Ethernet-over-VDSL до 100 Мбит/с
- ✓ Передача до 30 Вт на конечное устройство по PoE
- ✓ Удлинение Ethernet по двухжильному кабелю на расстояние до 2200 м
- ✓ Работа при температурах $-40...+75^{\circ}\text{C}$

**Характеристики моста ED3538T – ED3538R
с включенным питанием по сигнальной линии**

Дистанция между удлинителями (м)	Скорость передачи данных по VDSL (Мбит/с)	Мощность для конечного PoE-устройства (Вт)
300	100	30
600	60	14
800	45	9,5
1200	20	5

**Характеристики моста ED3538T – ED3538R
с автономным питанием каждого удлинителя**

Дистанция между удлинителями (м)	Скорость передачи данных по VDSL (Мбит/с)	Мощность для конечного PoE-устройства (Вт)
1400	15	30
1600	10	30
1800	33	0
< 2200	13	0



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ETHERWAN

МОСКВА Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
АЛМА-АТА Тел.: (727) 329-5121; 320-1959 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
ВОЛГОГРАД Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
КАЗАНЬ Тел.: (843) 203-6020 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
КИЕВ Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
КРАСНОДАР Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Н. НОВГОРОД n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ОМСК Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
САМАРА Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
УФА Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЧЕЛЯБИНСК Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

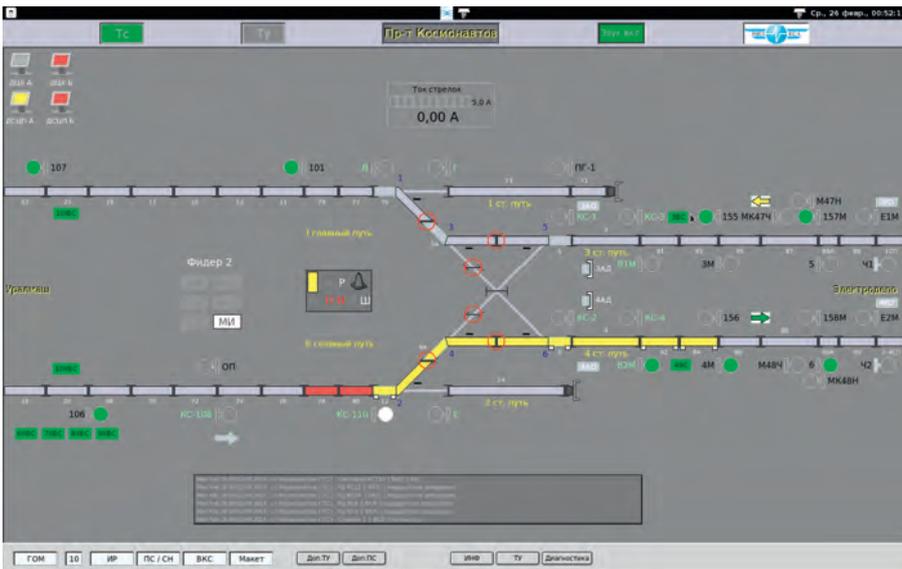


Рис. 10. Копия экрана АРМ ДСЦП станции «Прспект Космонавтов»

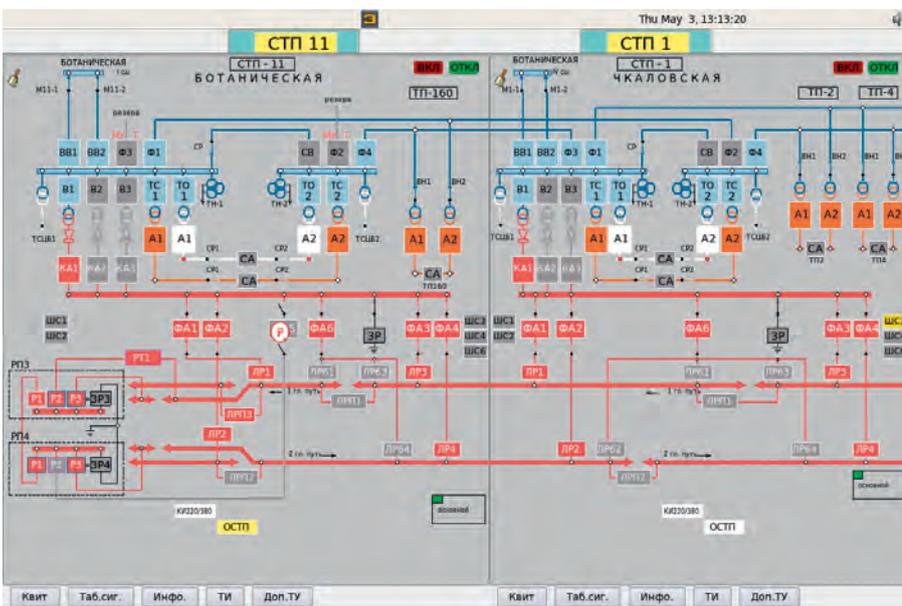


Рис. 11. Копия экрана АРМ ЭД1

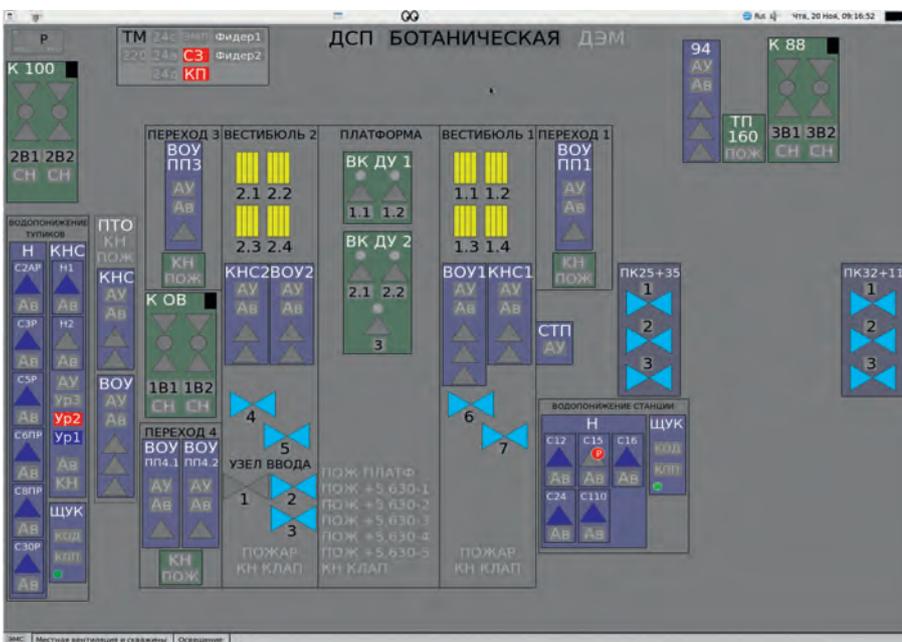


Рис. 12. Копия экрана АРМ ДСП станции «Ботаничская»

мом информации и удалённостью от шкафов КТС УК.

Принцип действия КАС ДУ

Работа каждой подсистемы КАС ДУ основывается на установленных технологических процессах метрополитена. Диспетчер или дежурный, используя соответствующее АРМ, посылает команды управления и следит за их реализацией. При этом сами команды управления формируются по-разному, вот несколько примеров.

1. Поездной диспетчер или ДСЦП в ходе управления движением поездов задаёт маршрут движения поезда. Разграничение уровней управления «диспетчер—дежурный» производится на уровне программного обеспечения с приоритетом диспетчера. Для этого он указывает на точку начала маршрута — светофор и точку конца маршрута — другой светофор, станционный путь или путь перегона. После этого происходит реализация маршрута: перевод стрелок по трассе и открытие разрешающего показания на светофоре в начале маршрута. При необходимости имеется возможность сформировать команду на автоматическое задание подобного маршрута, например на конечных станциях, для оборота поезда через тупиковые пути. Таким образом, существенно сокращается нагрузка на персонал службы движения.
2. Энергодиспетчер после окончания работы метро и заезда последнего электропоезда в депо должен отключить подачу напряжения 825 В с контактного рельса для возможности работы в тоннелях сотрудников метро ночью. Для этого он посредством АРМ ЭД1 посылает программную команду на снятие напряжения по всей линии. Данная команда передаётся а все станции, где происходит отключение распределительных устройств 825 В и включение специального заземлителя. Соответственно утром при помощи обратной программной команды происходит обратный процесс.
3. Диспетчер службы ЭМ или дежурный при работе с установками тоннельной вентиляции должны соблюдать временной интервал при изменении режима работы вентиляторов, например, с притока на вытяжку. Подсистема КАС ДУ по службе ЭМ позволяет персоналу не отсчитывать такие интервалы вручную, а автоматически формирует их, посылая определённые команды на смену работы установок.

В КАС ДУ имеется возможность выдачи предупреждающих сообщений на экраны АРМ при недопустимых действиях персонала, а также формирования речевых сообщений при возникновении особых и (или) аварийных ситуаций. Данная функция особенно важна при относительно невысокой динамике изменения состояния объектов контроля, особенно тех, которые долгий период времени должны работать в установившемся режиме, например, насосы водопонижения на станциях.

Графическое отображение объектов на АРМ соответствует общепринятым условным обозначениям и дополнительно адаптировано для нужд Екатеринбургского метрополитена. На рис. 10–12 представлены копии экранов различных АРМ.

ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАС ДУ

Планомерное внедрение современных программно-аппаратных средств, на базе которых построена КАС ДУ, позволило работникам метрополитена получить унифицированную и основанную на единой платформе систему для управления разнообразными технологическими процессами, имеющую средства для увязки по цифровым каналам связи и возможность глубокой диагностики текущего и прогнозируемого состояния.

Возможность ведения протоколов позволила более чётко фиксировать все сбои и неисправности подконтрольных устройств, что не могло не сказаться на общем уровне работы сотрудников, отвечающих за эксплуатацию и ремонт объектов нижнего уровня КАС ДУ.

Функция формирования отчётных документов упростила взаимодействие с другими организациями – поставщиками энергоресурсов.

В целом внедрение комплексной автоматизированной системы диспетчерского управления существенно повысило качество эксплуатации оборудования Екатеринбургского метрополитена и привело к положительным результатам. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакулин А.С., Пронин В.А., Федоров Е.А., Кудринская К.И. Организация движения поездов и работа станций метрополитена : учеб. для подготовки рабочих на производстве. – М. : Транспорт, 1981.

E-mail: dmitriyuglev@gmail.com

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

Лабораторная работа: «ФАСТВЕЛ» для будущих инженеров

17 июня, в ходе празднования 130-летия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (ЛЭТИ), состоялось открытие обновлённой учебно-научной лаборатории «Автоматизированные системы морского транспорта» на кафедре САУ. В торжественном мероприятии приняли участие руководитель филиала ПРОСОФТ Виктор Михайлович Половинкин, технический директор Валерий Алексеевич Яковлев, декан факультета электротехники и автоматики Юрий Владимирович Сентябрьев и Денис Михайлович Филатов, доцент кафедры САУ.

Современная кафедра САУ была образована в 2008 г. путём объединения кафедр «Системы автоматического управления» (основана в 1947 году) и «Электрификация и автоматизация судов» (основана в 1930 году). Кафедра САУ ежегодно выпускает примерно 50 бакалавров и столько же магистров. На кафедре реализуется совместная образовательная программа (два диплома) с Суючжоуским техническим университетом и Лаппенрантским технологическим университетом.

Кафедра систем автоматического управления входит в состав факультета электротехники и автоматики – одного из старейших факультетов СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Его история берет начало с 1920 года. Ежегодно факультет выпускает более 130 бакалавров и около 100 магистров. Факультет активно сотрудничает с зарубежными университетами-партнёрами, такими как тех-



Открытие обновлённой учебно-научной лаборатории «Автоматизированные системы морского транспорта» на кафедре САУ СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

нический университет г. Дрезден (Германия), технический университет г. Братислава (Словакия), высшая техническая школа г. Дюссельдорф (Германия), Ганноверский университет (Германия), Падуанский университет (Италия), Лаппенрантский технологический университет (Финляндия), ААЛТО (Финляндия), Технологический институт г. Суючжоу (Китай).

В рамках программы импортозамещения выбор кафедры пал на отечественные программируемые логические контроллеры FASTWEL I/O. На основе долгосрочного сотрудничества компания ПРОСОФТ внедрила оборудование FASTWEL и предоставила лаборатории техническую поддержку. Лаборатория кафедры САУ осна-

щена автоматизированной судовой единой электростанцией, состоящей из трёх дизель-генераторов (работа дизеля имитируется электроприводом), асинхронного гребного электродвигателя, устройства, воспроизводящего характеристики гребного винта, включая реверсивную характеристику. После модернизации автоматизация единой судовой электростанции реализована на базе ПЛК FASTWEL I/O.

Руководство компании ПРОСОФТ и университета СПбГЭТУ «ЛЭТИ» договорилось развивать и поддерживать сотрудничество. Это партнёрство предоставляет прекрасную возможность для реализации различных проектов судовой автоматизации. ●