

проводится нарушением плавности перевозочно-го процесса. Поскольку регулирование движения диспетчерскими приказами практикуется на сети CFL сравнительно часто, при использовании третьего варианта можно ожидать роста числа опозданий поездов.

После острой дискуссии CFL сначала склонились к третьему варианту, действуя по принципу «безопасность прежде всего». Это сразу поставило под вопрос эксплуатационные преимущества системы и вызвало протест составителей расписания движения поездов. Кроме того, получалось, что для поезда с работоспособным бортовым устройством ETCS вводились ограничения скорости, в то время как поезд, не оборудованный ETCS, мог в этой ситуации следовать с более высокой скоростью по письменному приказу диспетчера. В дальнейшем возобладала точка зрения, что необходим компромисс между обеспечением безопасности и бесперебойностью эксплуатационного процесса. В результате был принят первый вариант с возложением ответственности за безопасность движения в режиме SR на машиниста и ограничением скорости 40 км/ч до проследования хвоста поезда за последнюю стрелку маршрута отправления. Бортовое устройство ETCS продолжает контролировать максимально допустимую скорость, значение которой введено машинистом перед отправлением. Этот компромисс позволяет предотвратить опоздания поездов в случае неполадок в устройствах СЦБ, сохраняя безопасность на существующем в настоящее время уровне.

## Перспективы

Вопросы об эксплуатационной совместимости, подобные рассмотренным, возникают также в отношении проследования мест, требующих временного снижения скорости, и ряда других ситуаций. Однако существуют также проблемы технической совместимости. Система ETCS внедряется на всей европейской железнодорожной сети и учитывает разные уровни технической оснащенности отдельных линий и полигонов. Для этого введены три разных уровня ETCS.

Система ETCS уровня 1 работает поверх световой сигнализации, при этом предусмотрена односторонняя передача информации от путевых приемопередатчиков на поезд. ETCS уровня 2 работает иначе, она полностью заменяет напольные сигналы, а для передачи информации использует радиосвязь стандарта GSM-R и одностороннюю связь через путевые приемопередатчики. Жесткое разделение линии на блок-участки с контролем их свободности напольными устройствами при этом сохраняется. Технически системы обоих уровней совместимы сверху вниз. В будущем в международном сообщении подвижной состав будет взаимодействовать с системами ETCS всех уровней, технически совместимыми друг с другом. Вместе с тем от национальных железных дорог потребуются значительные усилия для обеспечения совместимости их правил эксплуатации с тремя работающими по-разному уровнями ETCS.

*A. Feltz, C. Goldschmit. Signal und Draht, 2005, № 9, S. 6 – 9.*

# Система микропроцессорной централизации SIMIS IS на железной дороге Brünigbahn

*На железных дорогах эксплуатируется большое число систем централизации, в зону действия которых входят от двух до пяти стрелок. В их числе линия Brünigbahn Федеральных железных дорог Швейцарии (SBB). Для обновления устройств СЦБ на таких линиях, реализации в них дополнительных функций, а также экономии эксплуатационных затрат по сравнению с релейной техникой необходимы недорогие универсальные системы централизации.*

*Перечисленным требованиям удовлетворяет микропроцессорная централизация SIMIS IS, разработанная компанией Siemens.*

## Линия Brünigbahn

Эта линия метровой колеи длиной 78 км соединяет туристические центры Люцерн, Майринген и Интерлакен (рис. 1). Кроме того, в окрестностях Люцерна линия используется поездами городской железной дороги, а на четырехпутном участке Люцерн — Хорв организовано грузовое движение.

Линия пользуется популярностью у многочисленных туристов благодаря живописным окрестностям и озерам (рис. 2). Кроме того, на линии есть пункты пересадок на другие железнодорожные магистрали Швейцарии.

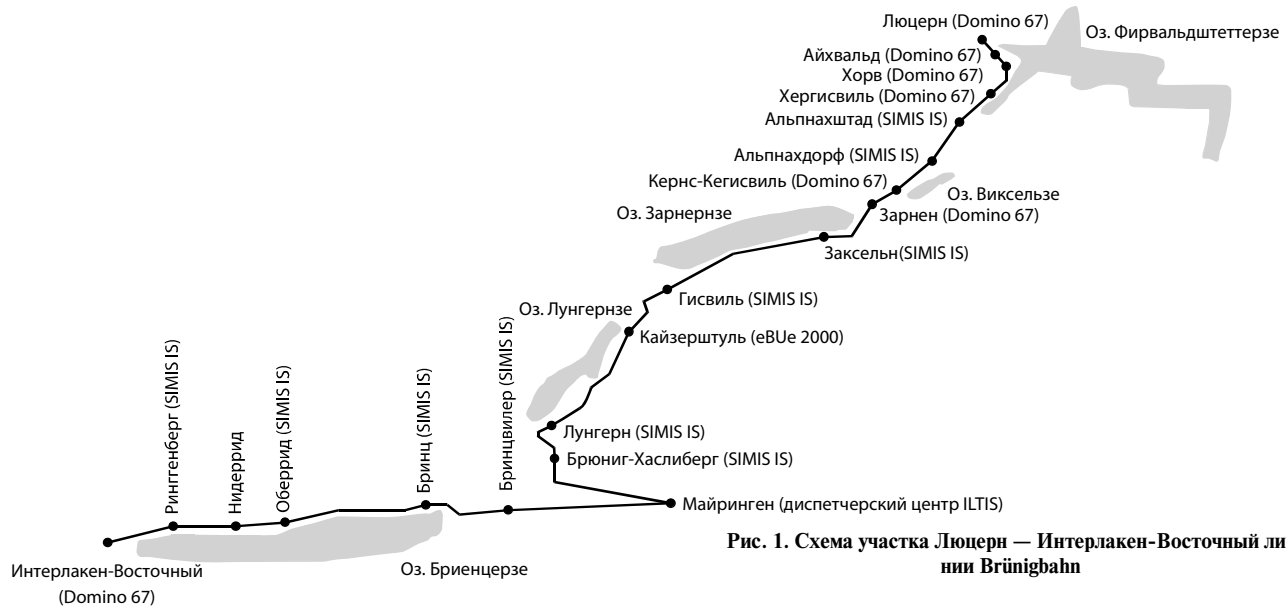


Рис. 1. Схема участка Люцерн — Интерлакен-Восточный линии Brünigbahn

Brünigbahn — единственная на Федеральных железных дорогах Швейцарии (SBB) линия метровой колеи и потому имеет особый статус. С 1964 г. участок Люцерн — Хергисвиль использовался совместно SBB и железной дорогой Luzern-Stans-Engelbergbahn (LSE). Реализация проекта модернизации Brünigbahn была начата в 2004 г., еще до слияния Brünigbahn и

LSE в железную дорогу Zentralbahn, и значительно облегчила объединение устройств СЦБ.

В будущем управление движением на участке Люцерн — Интерлакен будет осуществляться централизованно и в значительной мере в автоматическом режиме. Для этого на линии внедрены системы микропроцессорной централизации (МПЦ) SIMIS IS.



Рис. 2. Линия Brünigbahn (фото: SBB)

## МПЦ SIMIS IS

Система SIMIS IS имеет компактное исполнение и удовлетворяет требованиям железных дорог в отношении функциональной гибкости и универсальности. МПЦ ориентирована прежде всего на железные дороги, где необходимо учитывать местные эксплуатационные особенности, и оптимизирована для малых и средних по размеру станций.

SIMIS IS работает по принципу табличного представления логики установки маршрутов в централизации.

Важное преимущество системы состоит в том, что ее программное обеспечение разработано для учета самых разнообразных эксплуатационных требований и потому может быть внедрено на железных дорогах разных стран. Конфигурационное ПО позволяет быстро и легко сформировать проектные данные отдельных элементов путевого развития. Порядок эксплуатации задается при помощи параметров в стандартном ПО. Это упрощает адаптацию функций централизации к требованиям той или иной железной дороги и местным условиям.

Система SIMIS IS требует минимального технического обслуживания, в ней использованы аппаратные средства высокой надежности. В состав системы входит малое число блоков, что сокращает затраты на ремонт и хранение запасных частей.

## Платформа SIMIS ECC

МПЦ SIMIS IS основана на стандартизированной системной платформе SIMIS ECC, обеспечивающей обработку информации с соблюдением условий безопасности. Компьютер SIMIS ECC может быть выполнен по двухканальной схеме (2 из 2) или трехканальной (2 из 3) для повышения эксплуатационной готовности и соответствует уровню безопасности SIL 4 по нормам Европейского института стандартизации в области электротехники (CENELEC). Платформа SIMIS ECC включает три компоновочных каркаса — базовый, расширительный и электроснабжения. В базовом каркасе размещены платы процессоров, коммуникационные и исполнительных блоков. Дополнительные платы исполнительных блоков помещают в расширительный каркас.

В зону действия МПЦ может входить до 10 районов управления. Общее управление всеми исполнительными компьютерами STT-ECC осуществляет компьютер SIMIS PC. Исполнительные компьютеры обеспечивают контроль и управление всеми напольными устройствами централизации, находящимися в зонах их действия.

Логические операции обеспечения безопасности, формирования исполнительных команд и контроля,

требующие значительных вычислительных ресурсов, выполняет компьютер SIMIS PC. Это — вычислительная система, работающая по принципу «2 из 2» и построенная на базе двух диверсифицированных персональных компьютеров (ПК). Диверсифицированность ПК достигается за счет применения разных операционных систем (LINUX и Windows) и центральных процессоров (производства Intel и AMD). Диверсифицированность и безопасное сравнение результатов в STT-ECC позволяет выполнять безопасную обработку данных на этих компьютерах с возможностью обновления их аппаратного и программного обеспечения.

## Исполнительные блоки

Исполнительные блоки служат для управления напольными устройствами централизации. Их замена возможна без остановки МПЦ.

*Сигнальный и стрелочный блоки.* Для управления и контроля стрелок и сигналов применяют интегрированные блоки POM и SOM. Блоки осуществляют коммутацию напряжения питания подключенных исполнительных устройств. Радиус действия блоков достигает 6,5 км и зависит от электромагнитных влияний и параметров соединительного кабеля.

Сигнальный блок SOM предназначен для включения горящих ровно или мигающих огней светофорных ламп, подсоединенных напрямую или через трансформатор. К одному такому блоку может быть подключено до восьми светофорных ламп двух сигналов.

Стрелочный блок POM способен управлять стрелочными приводами трехфазного или однофазного тока, подключенными по четырех- или шестипроводной схеме.

*Блоки ввода/вывода.* Цифровые блоки ввода/вывода INOM и UNOM позволяют включать разные внешние устройства СЦБ, например устройства контроля свободности пути, путевой блокировки или переездной сигнализации. Внешние устройства могут быть подключены напрямую или через схему согласования. Блок ввода/вывода INOM включает восемь портов передачи команд и восемь портов считывания извещений в двухканальном исполнении. Таким образом, с его помощью может быть сформировано 16 каналов ввода/вывода, не требующих выполнения условий безопасности, или восемь каналов безопасного ввода/вывода.

Универсальный блок UNOM содержит восемь портов ввода в двухканальном исполнении, которые также могут быть использованы в разных комбинациях (в том числе как порты вывода команд). На лицевых панелях каждой платы размещены светодиоды, сигнализирующие о текущем состоянии каждого порта.

### Проект на линии Brünigbahn

Для автоматизации работы всех установок централизации на участке Хергисвиле — Интерлакен-Восточный и перевода их на режим телеуправления большая часть систем была заменена на новые. Остальные релейные системы были реконструированы и расширены. Проект предусматривал также строительство второго пути на однопутном участке Айхвальд — Хорв и внедрение на нем средств автоматизации.

Проект реконструкции линии Brünigbahn включал следующие мероприятия:

- замену 10 установок механической централизации на МПЦ SIMIS IS;
- внедрение системы ILTIS для телеуправления и автоматического управления установкой маршрутов на участке Хергисвиле — Интерлакен-Восточный;
- проектирование и контроль за реконструкцией однопутного участка Айхвальд — Хорв с двумя установками релейной централизации Domino 67 со строительством второго пути и полной автоматизацией управления движением;
- поставку и монтаж новой системы АЛС типа ZSI 127.

Кроме того, проект предусматривал поставку:

- автоматизированных рабочих мест типа ILOK для сервисных работ на всех постах МПЦ;
- двух новых релейных (типа BA8) и пяти микропроцессорных (четыре типа eVUe e2S и одну типа eVUe e2000) систем переездной сигнализации;
- сигнальных указателей и знаков для отдельных станций;
- источников бесперебойного питания для всех постов МПЦ.

Новые и существующие установки переездной сигнализации необходимо было интегрировать в МПЦ и оснастить эти системы централизации рельсовыми цепями UGSK 95. Существующие основные сигналы следовало оборудовать средствами автоматического переключения между основной и резервной нитями светофорных ламп. В новых светофорных шкафах требовалось установить компоненты европейской системы управления движением поездов (ETCS), используемые в АЛС ZSI 127.

На станциях Гисвиле, Брюних-Хазлиберг и Оберрид проект предусматривал реализацию режима местного управления стрелками с индикацией положения стрелок на стрелочных сигналах и сопряжением с системой радиосвязи SBB.

Проект дополнительно включал следующие мероприятия:

- расширение существующей управляющей системы LT90 в местном диспетчерском центре Люцерна путем добавления системы автоматики ASB9 (режим автоматического включения сигналов) для нового двухпутного участка Айхвальд — Хорв;

- проектирование и проверка автоматического режима работы новой релейной централизации Domino 67 в Хергисвиле на основе программируемого контроллера типа SPS S7-400 компании Siemens, включая обеспечение безопасности маневровых маршрутов;

- проектирование и проверка реконструкции установки централизации в Майрингене для обеспечения автоматической индикации номеров поездов в системе ILTIS.

Наконец, требовалось организовать обучение ремонтного персонала линии Brünigbahn обращению с техническими и программными средствами МПЦ SIMIS IS.

### Реализация проекта

В июле 2001 г. Федеральные железные дороги Швейцарии объявили конкурс на реализацию проекта автоматизации и телеуправления линии Brünigbahn и после рассмотрения всех предложений сделали выбор в пользу компании Siemens Schweiz, подписав с ней контракт в марте 2002 г.

В марте 2003 г. начался поэтапный ввод в эксплуатацию новых и реконструированных систем централизации. Первой в распоряжение SBB была передана МПЦ на станции Хаслиберг. С июля 2003 г. по февраль 2004 г. в эксплуатацию были введены МПЦ на станциях Бринцвилер, Оберрид, Ринггенберг, Бринц, Лунгерн, Заксельн, Альпнахштад и Альпнахдорф. В ноябре 2003 г. приступили к работе реконструированные системы централизации типа Domino 67 в Кернс-Кегсвиле и Зарнене, а в мае 2004 г. — МПЦ в Гисвиле.

Поздней осенью 2004 г. ввели в эксплуатацию новый двухпутный участок между постами релейной централизации в Айхвальде и Хорве, а также новую релейную централизацию Domino 67 в Хергисвиле. Реконструированный пост релейной централизации на станции Интерлакен-Восточный должен был приступить к работе в декабре 2005 г.

### Внедрение МПЦ SIMIS IS

#### Техническая концепция

Структура МПЦ SIMIS IS приведена на рис. 3. В дополнение к SIMIS IS внедряются программируемые контроллеры SPS S7-400, предназначенные для реализации функций автоматики, например оптимального включения переездной сигнализации и управления установкой маршрутов по жесткой схеме в случае отказа средств централизованного управления. Этот контроллер обменивается информацией с компьютерами МПЦ SIMIS IS и системой теле-

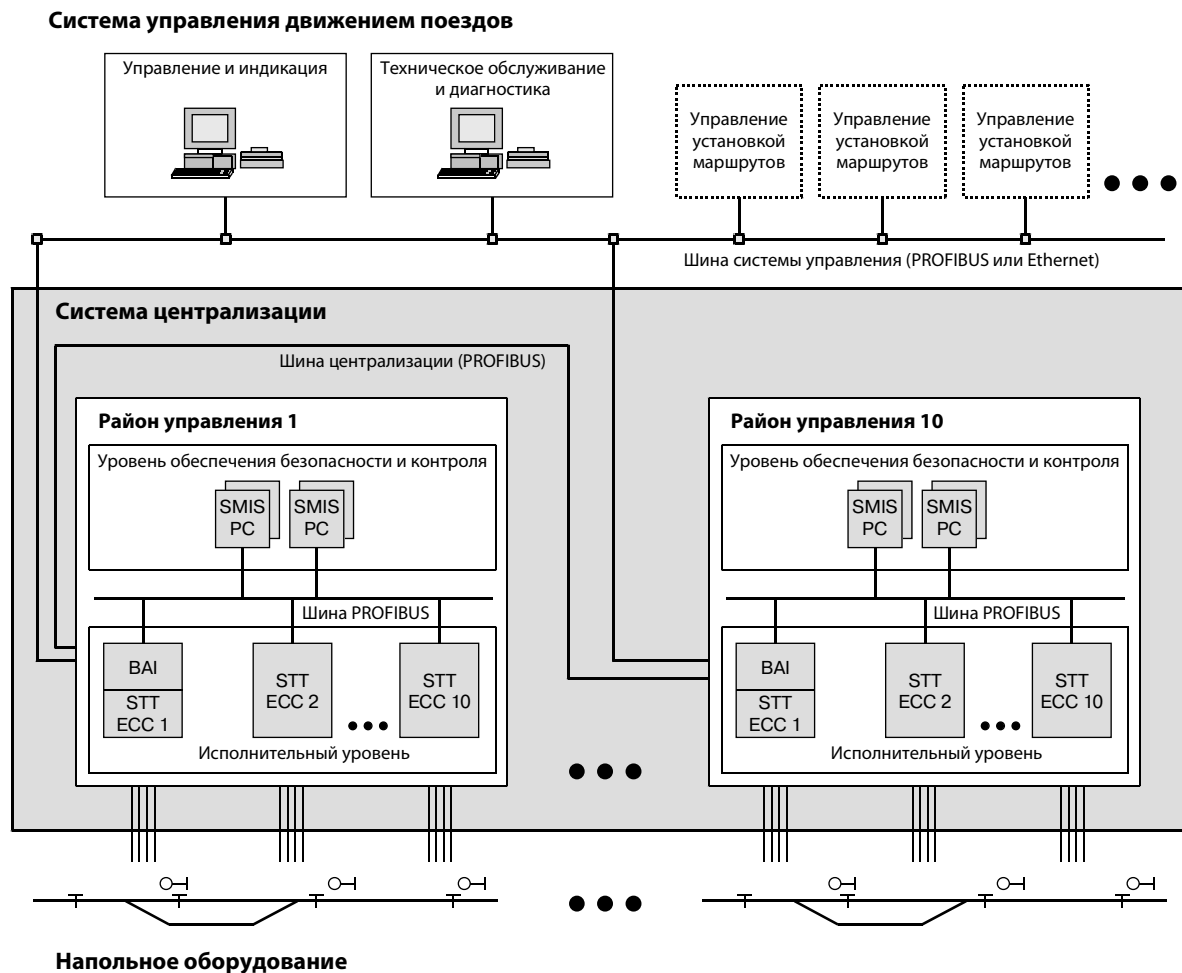


Рис. 3. Структура системы микропроцессорной централизации SIMIS IS

управления ILTIS посредством шины PROFIBUS. Как и компьютеры SIMIS ECC и SIMIS PC, программируемый контроллер и компьютер АРМ автономного управления размещены в промышленных шкафах 19-дюймового конструктива и гальванически отделены друг от друга.

Децентрализованные посты МПЦ на линии Brünigbahn подключены к диспетчерским центрам в Люцерне и Майрингене. Все центральные компьютеры системы телеуправления размещены в Люцерне. Компьютеры SIMIS PC постов МПЦ между Люцерном и Интерлакеном-Восточным подключены к ним посредством кольцевой одноканальной системы шин.

Из диспетчерского центра в Люцерне в нормальном режиме осуществляется управление участком Люцерн — Хорв. При необходимости зона управления может быть продлена до Интерлакена-Восточного. Размещенная в диспетчерском центре Люцерн система телеуправления LT90 была реконструирована для управления новым двухпутным участком Айхвальд — Хорв.

В Майрингене был устроен новый диспетчерский центр с двумя децентрализованными АРМ для управ-

ления участком Хергисвиль — Интерлакен-Восточный. Здесь используется система ILTIS с интегрированными средствами автоматического управления установкой маршрутов. Ее управляющий компьютер подключен к главным компьютерам в Люцерне линией передачи данных с пропускной способностью 2 Мбит/с.

Каждая МПЦ SIMIS IS оснащена децентрализованным АРМ ILTIS для выполнения сервисных работ. Местное управление осуществляется параллельно с управлением и контролем со стороны диспетчерского центра.

Системы микропроцессорной и релейной централизации оборудованы релейной путевой блокировкой TMN-840 компании Siemens. Устройства блокировки соединены друг с другом двухпроводной линией в медном кабеле. Безопасность на перегонах между соседними постами централизации может быть обеспечена при помощи упрощенного запирания путей. Устройство релейной блокировки подключено к компьютеру SIMIS ECC через универсальный блок ввода/вывода UNOM.

В зоне действия МПЦ сохранены прежние основные и предупредительные сигналы. Для всех марш-

рутов отправления предусмотрены групповые выходные сигналы. При этом большинство отдельных пунктов на линии имеют два пути. На станциях Гисвиль и Брюниг-Хаслиберг с тремя станционными путями групповые выходные сигналы дополнены указателями номера пути, для которого открыт сигнал отправления. Все сигналы подключены к МПЦ через сигнальный блок SOM.

Светофорные лампы всех основных сигналов оснащены схемами переключения между основной и резервной ламповыми нитями. Электронное устройство переключения нитей размещено в сигнальном шкафу в непосредственной близости от основного сигнала. При каждом переключении нитей в управляющую систему ILTIS передается соответствующее сообщение.

Прежние стрелочные приводы с универсальными двигателями однофазного переменного тока были сохранены и по четырехпроводной схеме через исполнительные стрелочные блоки POM подключены к компьютерам SIMIS ECC.

Для контроля за свободностью пути во всех МПЦ используются рельсовые цепи UGS95, подключенные к компьютерам SIMIS ECC через блоки ввода/вывода INOM. Аналогично подключены и все существующие и новые устройства переездной сигнализации. В сигнальных шкафах установлена также аппаратура ETCS системы локомотивной сигнализации ZSI 127. Сигнальные показания считываются напрямую с цепей подключения светофорных ламп и через напольный модуль электроники LEU передаются в путевые приемопередатчики или уложенные в пути индуктивные шлейфы.

#### *Ввод МПЦ в эксплуатацию*

Наряду с компьютерными компонентами МПЦ в промышленных шкафах 19-дюймового конструктива размещены все остальные постовые устройства — электроснабжения, путевой блокировки, переездной сигнализации, а также компьютеры системы ILTIS и программируемые контроллеры. Все шкафы были полностью смонтированы на заводе Siemens в Валлизелене и соединены друг с другом системным кабелем. Все системы были предварительно протестированы на заводе. Для этого после включения устройств электроснабжения проектные данные были загружены в компьютеры МПЦ, программируемые контроллеры и компьютеры системы диспетчерского управления, после чего была проверена их работа. После успешного завершения этого тестирования независимым контролером в заводских усло-

виях проверялось корректное функционирование всех компонентов и выполнение требований безопасности.

В дальнейшем безопасность систем проверялась независимым контролером Федеральных железных дорог Швейцарии. При этом проверялось соответствие МПЦ утвержденной перед началом проектирования документации на строительство, а также нормам SBB. Первая часть этой проверки проходила на заводе-изготовителе, вторая — на месте установки в рамках процедуры ввода в эксплуатацию.

После завершения тестирования на заводе системные кабели были отсоединены, и компоненты МПЦ подготовили к транспортировке. Установка МПЦ на месте эксплуатации, включая подключение напольного оборудования, занимала примерно две недели. Перед вводом в эксплуатацию выполнялись завершающие тесты.

#### *Допуск к эксплуатации*

Концепция допуска к эксплуатации, разработанная компанией Siemens, была тщательно проверена SBB и Федеральным бюро транспорта Швейцарии (BAV). Согласно этой концепции процедура основывалась на полученных ранее допусках для базовой МПЦ SIMIS IS, разработанной согласно нормам SIL4 CENELEC. По результатам заключения независимого контролера BAV выдало разрешение на эксплуатацию систем SIMIS IS на линии Brünigbahn.

#### **Заключение**

Главной особенностью проекта на линии Brünigbahn было применение вновь разработанной системы МПЦ SIMIS IS, которая практически вводилась одновременно с реализацией проекта. При этом полностью оправдала себя практика как можно более раннего вхождения в проект всех его участников. Большие преимущества дает также выполнение значительной части работ по монтажу и тестированию МПЦ в заводских условиях. Благодаря этому многие проблемы, обусловленные использованием МПЦ нового типа, удавалось быстро и эффективно устранять.

Первый опыт эксплуатации МПЦ SIMIS IS оказался положительным. Особенно следует отметить высокую гибкость системы и ее малые габариты.