

## Новая техника и технология

Шубина В.Ю., Лакин И.К.

Новая система мотивации труда в хозяйстве связи ..... 2

Кобзев В.А.

Совершенствование управляющей аппаратуры вагонных замедлителей ..... 7

Трохов В.Г.,  
Устюжанин В.А.

## ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

СТР. 14



Табунщиков А.К., Барышев Ю.А.

Оценка причин помех в канале АЛСН от тягового тока ..... 18

Журавлева Л.М.

Нанотехнологии в оптической связи ..... 20

## Телекоммуникационная сеть

Прокофьева Г.И.

Новые подходы при выборе оператора ..... 22

Марцинковская А.В.

Определение затрат на инвестиционную программу ЦСС .... 24

## Обмен опытом

Богушевич С.О.

Чтобы обеспечить пожарную безопасность ..... 27

## В трудовых коллективах

Марцев А.Ю.

Уфимский РЦС ..... 32

Шильникова А.В.

## ПРОГРАММА «МОЛОДЕЖЬ КОМПАНИИ» – В ДЕЙСТВИИ

СТР. 35



Селиверов Д.

Внимание – молодежи ..... 37

## Предлагают рационализаторы

Контроль температуры блоков питания ..... 38

Измерение осевого люфта якоря электродвигателей ..... 38

Стенд для проверки датчиков обнаружения транспортных средств ..... 39

Программа «АРМ Кросс» ..... 39

Педаль ПД-ЗМ стала надежней ..... 40

Модернизация задней головки баровой установки ..... 40

## Информация

Юбилей первой МПЦ EbiLock-950 в России ..... 41

## За рубежом

Власенко С.В.,  
Теер Г.

## МНОГООБРАЗИЕ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ МИРА

СТР. 42



Ксенофонтов М.А.

Современные методы организации «последней мили» ..... 46

6 (2009)  
ИЮНЬ

Ежемесячный  
научно-  
теоретический  
и производственно-  
технический  
журнал  
ОАО «Российские  
железные  
дороги»

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ  
С 1923 ГОДА

Журнал  
зарегистрирован  
в Федеральной службе  
по надзору  
за соблюдением  
законодательства  
в сфере массовых  
коммуникаций  
и охране культурного  
наследия

Свидетельство  
о регистрации  
ПИ № ФС77-21833  
от 07.09.05

© Москва  
«Автоматика, связь,  
информатика»  
2009

# НОВАЯ СИСТЕМА МОТИВАЦИИ ТРУДА В ХОЗЯЙСТВЕ СВЯЗИ



**В.Ю. ШУБИНА,**  
заместитель генерального  
директора ЦСС



**И.К. ЛАКИН,**  
заместитель начальника  
службы ЦСС

В рамках системы менеджмента качества ЦСС создается система мотивации труда (СМТ) технических работников ЦСС на базе функционирующих в хозяйстве информационных систем. Целью разрабатываемого проекта является повышение эффективности деятельности хозяйства связи ОАО «РЖД» за счет внедрения системы мотивации труда, повышения заинтересованности персонала в результатах работы хозяйства.

■ Известны пять основных направлений в управлении качеством. Это системы мотивации труда, обучения персонала, взаимоотношений с поставщиками и потребителями и документирование технологических процессов.

Основные направления работ по созданию СМК и цели, которые должны быть реализованы, приведены в табл. 1. Система мотивации — неотъемлемый элемент системы менеджмента качества.

Комплексная заинтересованность каждого работника хозяйства связи в результатах труда, работе на конечный результат оценивается следующими целевыми функциями:

своевременная и с должным качеством реализация процессов;

постоянное повышение эффективности работы ЦСС, повышение безопасности движения поездов, снижение себестоимости работ, повышение эффективности использования оборудования, недопущение случаев вандализма и хищения;

техническое перевооружение хозяйства в соответствии с мировым уровнем.

В рамках СМТ создается механизм комплексной заинтересованности (материальной, моральной, социальной и др.) в высоких результатах труда.

СМТ интегрируется с Регламентом работы подразделений и призвана обеспечить его эффективную реализацию. Документация по СМТ

является частью нормативных документов по Регламенту технологического процесса.

СМТ должна стимулировать повышение интенсивности труда, совершенствование методов работы, разработку перспективных технологических решений, прогресс в области управления технологической сетью связи.

Главной технической предпосылкой для внедрения современной и эффективной системы мотивации труда в ЦСС является информационно-управляющая Единая система мониторинга и администрирования (ЕСМА), взаимодействующая с оборудованием в автоматическом режиме и позволяющая принимать обращения кли-

ентов в автоматизированном режиме. На основании исходной информации реализованы 10 процессов согласно международному стандарту в области информационных систем ITIL — Information Technology Infrastructure Library. В ЕСМА фиксируются все основные этапы технического обслуживания сети связи.

ЕСМА позволяет максимально исключить субъективный фактор при оценке результатов труда работников хозяйства связи. Важно, что оценивать качество труда будет «машина», что существенно уменьшит психологическую нагрузку работников и руководителей. Благодаря ЕСМА обеспечивается реализация принципа ИСО9000



ЕСМА в Центре управления технологической сетью связи

Таблица 1

Направление работ в СМК	Назначение
Системы мотивации труда	<b>Создание заинтересованности всех работников хозяйства в положительных конечных результатах их деятельности:</b> мотивация каждого работника должна быть организована таким образом, чтобы он был «по определению» заинтересован в достижении положительных результатов. Мотивация – это краеугольный камень любой системы менеджмента качества. Именно мотивация (СМТ) должна лежать в основе любой СМК. Можно утверждать, что при отсутствии СМТ нельзя говорить о наличии СМК на предприятии
Система обучения персонала	<b>Обеспечение достаточной квалификации работников хозяйства для качественной реализации ими своих функций:</b> даже при самой продуманной системе мотивации труда нельзя обеспечить качество работы без должной квалификации работников. Поэтому одновременно с созданием СМТ необходимо продумывать соответствующую систему обучения
Система взаимоотношений с поставщиками	<b>Качественная поставка оборудования, комплектующих, расходных материалов и др.:</b> после построения системы мотивации и обучения остро встает вопрос снабжения, без которого невозможно обеспечить качество технологического процесса. Поэтому работа с поставщиками – третий по важности элемент СМК
Система взаимоотношений с потребителями	<b>Определение «правил игры» с заказчиком:</b> реализация систем мотивации, обучения и снабжения может не дать эффекта при отсутствии взаимодействия с заказчиком. Применительно к хозяйству связи – это заключение с заказчиком договора о доступности и качестве предоставляемых услуг
Документирование	<b>Документирование – описание всех технологических процессов с указанием метрик оценки их качества.</b> Должны быть описаны все элементы технологического процесса, сам порядок мотивации труда в зависимости от достигнутых результатов. Для оценки результатов обязательно должны быть числовые и качественные показатели

«Принятие решений, основанных на фактах».

Проект СМТ ЦСС предлагается реализовать на базе вертикали управления ЦУТСС – ЦТУ – ЦТО (рис. 1).

Внедрение системы мотивации труда должно кардинально повысить качество работ и надежность технологической сети связи, понизить себестоимость ее сопровождения.

### МОТИВАЦИЯ ТРУДА

■ Вопрос мотивации работников достаточно сложный. В системе мотивации труда нельзя ограничиваться только денежным стимулированием.

Согласно всемирно признанной теории Абрахама Маслоу мотивацией работника движут пять уровней потребностей: физиологические, в безопасности, любви, удовлетворении чувства собственного достоинства и самоактуализации.

Все эти потребности проявляются одновременно и должны учитываться в системе мотивации.

Согласно другой популярной ERG-теории потребностей, выделенные А. Маслоу, можно объединить в три, что упрощает их практическое использование:

экзистенциальные – потребности существования, включающие физиологические нужды и потребности в безопасности;

социальные – потребности соотношения, объединяющие потребности в любви и удовлетворении чувства собственного достоинства;

развития – потребности роста, включающие потребности саморазвития.

Существует ряд других моделей мотивации, каждая из которых подчеркивает недостаточность только денежных форм поощрения.

При поощрении работников в ЦСС будет применен комплексный подход к задаче мотивации труда:

материальное стимулирование (премирование, разовые выплаты, выдача путевок, страхование, другие меры материального поощрения);

социальное стимулирование (награждение грамотами и подарками, участие в совещаниях и конференциях, признание победителем в различных конкурсах, в том числе лучшим по профессии);

поощрение работников к обучению и самореализации (учеба, участие в формировании документов, карьерный рост).

Разумеется, при разработке перспективной системы мотивации труда наряду с отработкой эффективных форм стимулирования качественного труда должны выполняться все требования российского законодательства, положений ОАО «РЖД» и ЦСС, касающиеся нормирования труда и заработной платы.

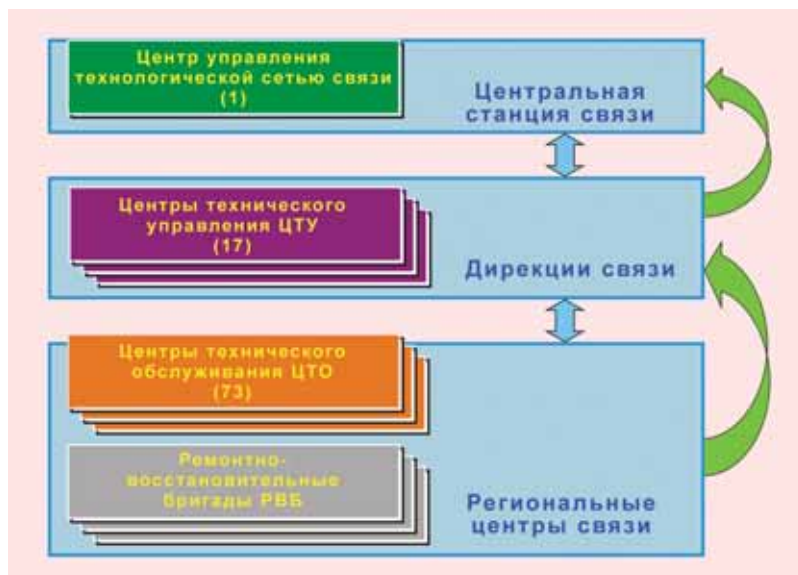


РИС. 1



## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАБОТЫ

■ Премирование и другие формы поощрения производятся исходя из рейтинга работника в мотивационной группе и рейтинга самой группы. Алгоритм расчета премии приведен на рис. 2.

Рассчитываемый по единой методике с использованием собственных для каждой мотивационной группы показателей рейтинг работника определяется как место, занятое им в сравнении с другими работниками, выполняющими аналогичные функции. Рейтинг рассчитывается автоматически с использованием данных из информационных систем. Применительно к пилот-проекту данные берутся из ЕСМА. Порядок определения рейтинга «прозрачен» для каждого работника и доступен в любое время (как «накопительный» в течение месяца, так и итоговый за любой прошедший месяц).

В премировании используется принцип перераспределения премии между работниками мотивационной группы с учетом коэффициента трудового участия (КТУ). Повышенные результаты труда поощряются, за нарушение вводится понижающий коэффициент.

Основой рейтинговой оценки работника является набор показате-

лей, характеризующих качество работы конкретной мотивационной группы. Набор показателей определяется экспертным путем и периодически корректируется, чтобы показатели соответствовали целевой функции мотивационной группы.

Совокупность показателей должна соответствовать метрикам качества процессов, реализуемых мотивационной группой. Для каждой группы выбирается своя совокупность показателей, по которым оценивается эффективность работы. Совокупность показателей соответствует цели работы группы.

Для каждого показателя качества из совокупности устанавливаются свои правила расчета коэффициента качества. Этот коэффициент у разных показателей может иметь различный физический смысл (процент ошибок, число отработанных инцидентов, интенсивность отказов и др.). Более того, у одних показателей чем больше значение коэффициента, тем выше качество, например, число устраненных инцидентов, у других показателей – наоборот, например, число допущенных ошибок. Даже один показатель у разных групп может иметь разный смысл. Например, у работника ЦТО чем

больше процент ошибок, тем хуже, а у сменного инженера ЦТУ – чем больше обнаружено ошибок, тем выше качество работы.

Число показателей качества не регламентируется и определяется их достаточностью для правильной мотивации труда работников группы. При выборе совокупности показателей качества следует учитывать, чтобы каждый показатель был измерим и вычисляем. При большом числе показателей следует руководствоваться принципом Парето, согласно которому 20 % показателей должны обеспечивать 80 % эффективности системы мотивации труда. По каждому работнику в ЕСМА периодически (в месяц, квартал, год) рассчитываются коэффициенты качества  $K_{nj}$  для каждого показателя  $j$ .

Совокупность показателей качества является информационной базой для дальнейших расчетов.

Периодически в автоматизированном режиме производится сортировка показателей и вычисляется место работника в пределах мотивационной группы. Лучший работник получает первое место.

Для каждого показателя  $K_j$  рассчитывается рейтинг работника  $R_{nj}$ , который определяется по формуле:



РИС. 2

Таблица 2

Показатель качества	Место $M_j$	Участники $N_j$	Вес $P_j$	Рейтинг $R_{nj}$
$K_1$	1	8	1	1
$K_2$	3	8	0,8	0,6
$K_3$	7	16	0,9	0,562
$K_4$	2	100	0,5	0,495
$K_5$	1	16	0,1	0,1
Интегральный рейтинг работника $R_n$				2,757

$$R_{nj} = (N_j - M_{nj} + 1) / N_j,$$

где  $N_j$  – число участников в соревновании по показателю  $j$ ;

$M_{nj}$  – место  $n$ -го работника в соревновании по показателю  $j$ .

Максимальный рейтинг (без учета весового коэффициента) равен единице, а минимальный –  $1/N$ . Таким образом, участие в рейтинге всегда поощряется, а балл зависит от числа участников и веса показателя. Если за первое место всегда дается один балл, то за промежуточные – в зависимости от числа участников. Например, за третье место при трех участниках – 0,33, при 10 участниках – 0,8, а при 100 – 0,98. Иными словами, чем больше участников, тем выше «цена» места.

Пример расчета рейтинга. Если в соревновании участвовало  $N=10$  человек, то за первое место работник получит  $R=(10-1+1)/10=1$  балл, за последнее место  $R=(10-10+1)/10=0,1$  балла, за пятое  $R=(10-5+1)/10=0,6$  балла.

За победу в каждом соревновании дается один балл. Однако показатели могут иметь разный «вес», т. е. влияние на достижение целевой функции. Поэтому вводится поправочный коэффициент. Экспертным путем устанавливается весовой коэффициент каждого показателя, определяющий его важность при общей оценке достижения цели. Обычно для одного из главных показателей весовой коэффициент равен единице, а другие показатели оцениваются по важности относительно главного. При этом их вес может быть как больше, так и меньше единицы.

Весовые коэффициенты следует регулярно (не реже одного раза в квартал) пересматривать исходя из их значимости для достижения целевой функции в текущий момент времени.

Результат расчета рейтинга работника  $n$  по показателю  $j$  следует умножить на весовой коэффициент  $P_j$  этого показателя:

$$R_{nj} = R_{nj} \cdot P_j.$$

Полученное таким образом значение рейтинга работника по конкретному показателю является окончательным и используется в дальнейших расчетах.

Интегральный (общий) рейтинг работника определяется как сумма рейтингов по всем показателям. Значение интегрального рейтинга является положительным числом и может меняться в зависимости от числа показателей качества и занятых в соответствующих соревнованиях мест, числа участников в соревновании и веса показателей. Например, если работник, участвуя в пяти конкурсах, занял везде первое место и вес всех показателей был равен единице, то его интегральный рейтинг будет равен 5. В табл. 2 приведен пример расчета интегрального рейтинга работника.

Для учета нарушений для каждого работника вводится поправочный коэффициент дисциплинарных нарушений. Он может принимать значение от единицы (нет нарушений) до нуля (грубые нарушения – лишение премии на 100 %). Если работником допущено несколько нарушений, то окончательный понижающий коэффициент определяется как произведение всех коэффициентов.

Коэффициенты дисциплинарных нарушений могут быть как общими для всех мотивационных групп, например, учет опозданий на работу, прогулы, так и индивидуальными для отдельных мотивационных групп, например, необработка входного события об отказе сменным инженером ЦТО в течение трех часов без уважительной причины. Число коэффициентов дисциплинарных нарушений зависит от специфики технологического процесса, в котором участвует мотивационная группа.

Дисциплинарные нарушения учитываются путем умножения интегрального рейтинга  $R_n$  работника  $n$  на понижающий коэффициент  $F_n$ . Полученный в результате итоговый рейтинг работника используется при расчете коэффициента трудового участия работника.

#### РАСЧЕТ КТУ

■ Размер премии каждого работника группы вычисляется с использованием коэффициента трудового участия: премиальный фонд делится между членами группы в соответствии с их итоговым рейтингом.

По итоговым рейтингам работ-

ников мотивационной группы вычисляется средний итоговый рейтинг группы:

$$RF = \sum RF_n / N,$$

где  $RF_n$  – рейтинг  $n$ -го работника в группе;

$N$  – общее число работников в мотивационной группе.

По среднему рейтингу вычисляется коэффициент трудового участия каждого работника:

$$КТУ_n = RF_n / RF.$$

КТУ каждого работника является исходной информацией для дальнейшего расчета премии и определения других неденежных форм поощрения.

Фонд премии мотивационной группы определяется по достигнутым ею результатам, по ее значимости в общем процессе управления ЦСС и другим показателям.

Размер премии работника вычисляется по формуле:

$$П_n = КТУ_n \cdot ПФ / N,$$

где ПФ – общая сумма премии, выданная на группу;

$N$  – число работников в ней.

#### МОТИВАЦИОННЫЕ ГРУППЫ И ИХ ПОКАЗАТЕЛИ

■ Для определения мотивационных групп и их показателей в вертикали ЦУТСС – ЦТУ – ЦТО все руководители вертикали дали свои предложения по мотивационным группам и показателям, по которым их следует оценивать. Методом экспертных оценок сформированы восемь мотивационных групп:

старшие смены ЦУТСС (персонал, отвечающий за контроль оперативной обстановки в хозяйстве сети связи);

смена ЦУТСС (отвечает за контроль оперативной обстановки по устранению инцидентов);

старшие смены ЦТУ (сменный персонал ЦТУ, отвечающий за контроль оперативной обстановки в хозяйстве связи внутри дирекции);

старшие смены ЦТО;

смена ЦТУ (отвечает за контроль оперативной обстановки по устранению инцидентов в пределах дирекции);

смена ЦТО (ответственные за устранение инцидента и ведение листа регистрации);

руководители ЦТУ;

начальники ЦТО.

Тем же методом экспертной оценки для выделенных групп определены показатели, по которым их надо оценивать. В качестве приме-

Таблица 3

Рейтинговые показатели смен ЦУТСС				
№ п/п	Показатель $K_{ij}$	Описание	Порядок расчета	Весовой коэффициент
$K_{11}$	Создание ЛР «Инцидент»	Число ЛР, созданных за месяц: чем больше, тем выше место	Место $M_{31}$ в рейтинге среди всех работников смен при сортировке по возрастанию (чем больше, тем выше место)	0,1
$K_{12}$	Число присоединенных событий, включая ОПС и «Пробег»	Число присоединенных к ЛР событий за месяц: чем больше, тем выше место	Место $M_{11}$ в рейтинге среди всех работников смен при сортировке по возрастанию (чем больше, тем выше место)	0,5
$K_{13}$	Процент найденных ошибок	Средний процент найденных полей с ошибками за месяц: чем больше, тем выше место	Место $M_{12}$ в рейтинге среди всех работников смен при сортировке по возрастанию (чем больше процент, тем выше место)	1
$K_{14}$	Число проверенных ЛР «Инцидент»	Число ЛР, проверенных за месяц: чем больше, тем выше место	Место $M_{11}$ в рейтинге среди всех работников смен при сортировке по возрастанию (чем больше, тем выше место). Если среднее число проверенных ЛР за смену меньше 50, то $K_{11}=10$	0,5
$K_{15}$	Отмененные замечания	Произведение процента возражений на процент отмененных: чем меньше, тем выше место	Место $M_{13}$ в рейтинге среди всех работников смен при сортировке по убыванию (чем меньше показатель, тем выше место)	0,8
$K_{16}$	Присоединение событий	Процент ЛР с неправильно присоединенными событиями: чем больше выявлено, тем выше место	Место $M_{14}$ в рейтинге среди всех работников смен при сортировке по возрастанию (чем больше показатель, тем выше место)	1
$K_{17}$	Необработанные события	Число событий, которые в течение 3 ч в ЦТО или ЦТУ не были обработаны: чем больше выявлено, тем выше место	Место $M_{15}$ в рейтинге среди всех работников смен при сортировке по возрастанию (чем больше показатель, тем выше место)	0,7
$K_{18}$	Выполнение работы старшего смены	Процент дней, когда работает в смену	–	2,5
<i>Понижающие коэффициенты – одинаковые для всех групп</i>				
$F_{11}$	Нарушение трудовой дисциплины	В случае нарушения трудового распорядка (опоздание на работу, ранний уход и др.) вводится поправочный коэффициент	Изначально равен 1. Определяется комиссионно, имеет значение от 0 до 0,5. Вычисляется по специально создаваемым ЛР «Инцидент»	–
$F_{12}$	Нарушение исполнительской дисциплины	Невыполнение заданий согласно записям в журналах, распоряжениям, инструкциям и регламентам	Изначально равен 1. Каждое невыполненное задание дает вычитание из предыдущего значения 0,1. Вычисляется по специально создаваемым ЛР «Инцидент»	–

ра приведены показатели для смен ЦУТСС (табл. 3).

Для реализации пилот-проекта для выбранных групп по принципу Парето определен набор показателей для каждой мотивационной группы, который можно практически реализовать и который будет отвечать требованиям реализации целевой функции каждой группы. Следует отметить, что выбранные группы не охватывают всех работников, непосредственно отвечающих за качество функционирования технологической сети связи. Однако они оказывают наибольшее влияние на качество работы, которое можно оценить с использованием данных ЕСМА.

Главная задача смены ЦУТСС – мониторинг работы ЦТУ (внутренний аудит). Основной способ оценки качества работы – анализ листов регистрации в статусе «Закрыто». Качество работы смены контролируется по показателям, приведенным в табл. 3. Общее число

участников рейтинга – 8 (четыре смены по два человека).

Смена ЦТУ в отличие от смены ЦУТСС осуществляет 100 %-ный контроль листов регистрации и непосредственно отвечает за качество устранения инцидентов. При этом контролирует работу смены ЦТО. Функции ЦТУ являются частью производственного процесса, подобно отделу технического контроля.

Смена ЦТО непосредственно участвует в устранении инцидентов, поэтому показатели ее работы связаны с метриками качества устранения инцидентов.

Старший смены ЦУТСС отвечает за устранение отказов и организацию связи с местом аварийно-восстановительных работ по всему хозяйству ЦСС, старший смены ЦТУ – по хозяйству дирекции связи, а старший смены ЦТО – в пределах РЦС. Важный элемент их работы – информирование руководства об оперативной обстановке,

эскалация информации, подготовка оперативных справок.

Главный критерий оценки деятельности руководителей ЦТУ и ЦТО – качество работы возглавляемых ими центров. В процессе работы они выполняют разовые задания, реализуют решения протоколов, которые фиксируются в ЕСМА при помощи листов регистрации «Руководящее обращение» (ЛР РО). Общее число участников рейтинга руководителей ЦТУ – 34, ЦТО – 73 по числу центров.

В результате внедрения пилот-проекта СМТ должны сократиться недостоверные данные в ЕСМА, число ошибок персонала, трудозатраты на устранение инцидентов и на плановые работы, общее ресурсопотребление на сопровождение работы технологической сети связи.

Кроме того, будут существенно улучшены такие показатели, как управляемость и доступность технологической связи.



# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ ВАГОННЫХ ЗАМЕДЛИТЕЛЕЙ



**В.А. КОБЗЕВ,**  
главный специалист ПКТБ  
ЦШ, доктор техн. наук

На российских железных дорогах эксплуатируются 137 механизированных или автоматизированных сортировочных горок большой и средней мощности. На них установлено более 3800 единиц тормозной горочной техники – горочных и парковых вагонных замедлителей различных типов, в том числе КВ-3, Т-50, КНП-5, ВЗПГ и РНЗ-2, разработанных и поставленных на производство еще в 60–80-х годах прошлого века, а также вагонных замедлителей нового поколения КЗ, КНЗ, РНЗ-2М с пневмоцилиндрами и пневмокамерами, разработанными и освоенными в последнее десятилетие.

■ В результате замены замедлителей старых типов на новые КЗ на горочных тормозных позициях, РНЗ-2М и КНЗ на парковых почти в 2 раза уменьшился эксплуатационный расход сжатого воздуха.

Несмотря на разнообразие конструкций, почти все находящиеся в эксплуатации замедлители снабжаются сжатым воздухом от воздухоотборников с управляющей аппаратурой ВУПЗ-72, разработанной институтом ГТСС еще в середине прошлого века.

Серьезные недостатки управляющей аппаратуры ВУПЗ-72 снижают эксплуатационные возможности тормозных средств, в первую очередь, надежность, быстродействие. Элементная база этой аппаратуры морально устарела и не отвечает современным требованиям эксплуатации.

В 2002 г. институт ГТСС разработал модернизированную управляющую аппаратуру ВУПЗ-М (рис. 1). В ней использованы два блока безынерционных быстродействующих клапанов БК для подачи сжатого воздуха, управляемых блоком типа БУК-1. Были изготовлены опытные образцы такой аппаратуры, проведены ее заводские, эксплуатационные и приемочные испытания, а с 2005 г. она рекомендована к серийному производству.

Аппаратура ВУПЗ-М в отличие от ВУПЗ-72 имеет простую конструкцию, высокое быстродействие, технологична в изготовлении и потребляет значительно меньше энергии. Опыт ее внедрения показал, что эксплуатационная надежность управляющей аппаратуры ВУПЗ-М и ее аналога УАЗ, разработанного калужским заводом «Ремпутьмаш» на базе аппаратуры ВУПЗ-М, в условиях низких наружных температур и недостаточной кондиции поступающего из компрессорных сжатого воздуха не соответствует предъявляемым требованиям. Практически на всех горках, где была установлена управляющая аппара-

тура ВУПЗ-М и УАЗ, происходили отказы, в том числе и опасные. Они связаны с самопроизвольным затормаживанием замедлителя при отсутствии команд управления, заклиниванием и даже полным выходом из строя клапанов КБ при низких температурах, намораживанием снежной «шубы» на внутренней и наружной поверхностях этих клапанов, короткими замыканиями в силовых цепях и цепях управления и др. Ресурс работы клапанов КБ оказался ниже, чем у клапанов управляющей аппаратуры ВУПЗ-72, а комплектующие изделия блоков управления БУК-1 не пригодны для работы в условиях низких температур воздуха.

В связи с этим Департамент автоматики и теле-



РИС. 1

механики ОАО «РЖД» принял решение отменить акт и протокол приемочных испытаний управляющей аппаратуры ВУПЗ-М и доработать ее конструкцию.

В 2006 г. Алатырский механический завод совместно с ОАО «НИИАС» доработал и изготовил опытные образцы модернизированной управляющей аппаратуры ВУПЗ-05М (рис. 2). В ней вместо клапанов КБ применен блок пневматических клапанов КПУ-50/12НЗ, изготавливаемых из нержавеющей стали в климатическом исполнении УХЛ1 в соответствии с ГОСТ 15150. Рабочей средой для таких клапанов являются воздух, азот, углекислый и инертные газы не грубее 10-го класса загрязненности. Основные технические характеристики клапанов КПУ-50/12НЗ приведены в табл. 1.

Лабораторные испытания клапанов КПУ-50/12НЗ подтвердили их работоспособность в жестких условиях, а именно, при образовании льда толщиной 2 мм в рабочей полости клапана и при температуре воздуха – 50°C. При этом рабочий ресурс этого клапана составил более 2 млн. срабатываний (ресурс клапанов управляющей аппаратуры ВУПЗ-72 всего 0,25 млн. срабатываний).

Управляющая аппаратура ВУПЗ-05М с помощью контактного регулятора давления РДК или РДМ обеспечивает четыре ступени торможения и имеет быстроедействие при включении и отключении не более 0,1 с. Она прошла эксплуатационные и приемочные испытания и в 2009 г. рекомендована к серийному производству на Алатырском механическом заводе.

Несмотря на существенное улучшение конструкции и показателей работы управляющей аппаратуры ВУПЗ-05М, в ней сохранились некоторые недостатки предыдущих моделей. Так, конструкция регулятора давления контактного типа морально устарела и не отвечает современным требованиям, отсутствуют устройства диагностики и цифровой индикации параметров работы и др.

Калужский электротехнический завод в содружестве с Белорусским электромеханическим заводом



РИС. 2

Таблица 1

Параметр	Значение
Условный проход Ду, мм	50
Класс герметичности затвора по ГОСТу 9544	С
Время открытия затвора, мс, не более	30
Время закрытия затвора, мс, не более	30
Давление предельное $P_{пр}$ , МПа	1,5
Температура предельная $T_{пу}$ , °C	–50...+60
Присоединение к трубопроводу	Фланцевое
Рабочее положение клапана	Произвольное
Наработка на отказ, циклов, не менее	$2 \times 10^6$
Срок службы, лет, не менее	12
Масса, кг, не более	16

(г. Молодечно) разработали воздухохраник с электронной управляющей аппаратурой ВУПЗ-05Э. Ее отличительной особенностью является электронный блок управления клапанами БУК ЭП с аппаратурой дистанционного контроля АДК. Аппаратура обеспечивает бесконтактное регулирование давления сжатого воздуха, а также цифровую индикацию и дистанционный контроль рабочих параметров – давления сжатого воздуха в замедлителе, температуры внутри подогреваемого блока, напряжения питания.

Воздухохраник с электронной управляющей аппаратурой ВУПЗ-05Э имеет следующие преимущества перед другими аналогами.

Уровни пороговых значений давления сжатого воздуха настраиваются просто, по ступеням торможения, и имеют цифровую индикацию настраиваемых величин. При этом не требуется их постоянная подстройка, как у регуляторов РДК и РДМ. На цифровом индикаторе можно визуально наблюдать задаваемые пороги давления. Значения настройки сохраняются в энергонезависимой памяти аппаратуры.

Для различных условий эксплуатации можно выбирать необходимый алгоритм работы клапанов. При этом путем настройки можно задать такие алгоритмы, при которых в режимах торможения и оттормаживания будут работать клапаны только одного воздухохраника или сразу двух.

Электронный дроссель позволяет регулировать крутизну характеристики наполнения сжатым воздухом пневмосистемы замедлителей. В эксплуатации это необходимо для исключения режима автоколебаний, поскольку пропускная способность и объем воздухопроводной сети у разных типов замедлителей различны. Величину рабочего давления в пневмосистеме замедлителя можно дистанционно контролировать.

Для оценки необходимости проведения профилактических и ремонтных работ имеется индикация количества включений клапанов воздухохраника. В энергонезависимой памяти фиксируется число включений, которые можно просматривать на цифровом индикаторе.

ВУПЗ-05Э позволяет изменять температурный порог включения электрообогрева. При этом имеется



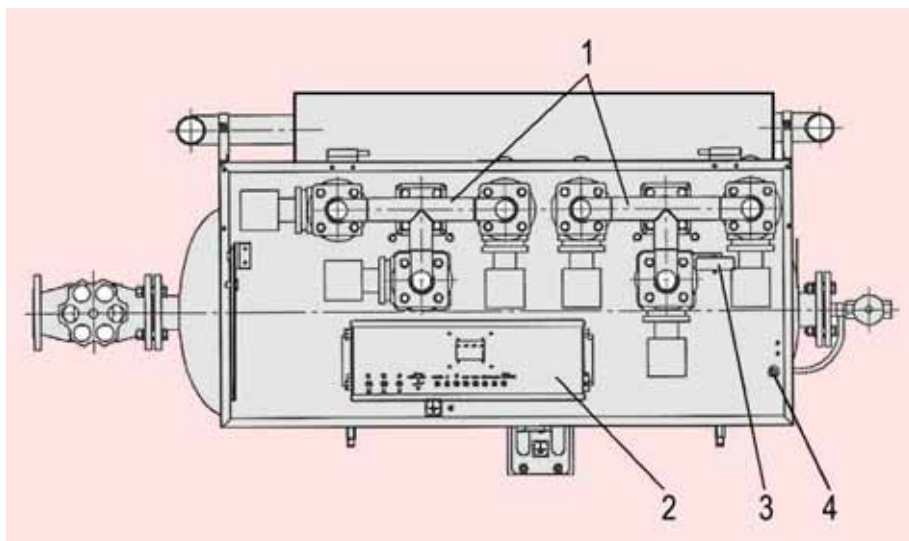


РИС. 3

индикация фактической температуры под кожухом воздухоборника.

Изменяя программное обеспечение, можно в процессе эксплуатации вводить по мере необходимости дополнительные функции. Благодаря этому быстро и без больших расходов решаются вновь возникшие задачи, например, при изменении условий эксплуатации, интегрировании с другими системами и др.

Воздухоборник с управляющей аппаратурой ВУПЗ-05Э выполнен в климатическом исполнении УХЛ1 в соответствии с ГОСТ 15150 и может эксплуатироваться в весьма жестких климатических условиях – при температурах наружного воздуха от  $-60^{\circ}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . По способу защиты человека от поражения электрическим током аппаратура относится к классу 0I по ГОСТ 12.2.007.0.

Сжатый воздух подается к вагонному замедлителю одновременно двумя воздухоборниками ВУПЗ-05Э или одним. При подаче сжатого воздуха двумя воздухоборниками один из них (по выбору) работает в режиме «Ведущий», другой – в режиме «Ведомый». Допустимо управлять вагонным замедлителем только одним воздухоборником, работающим в режиме «Один». Необходимый режим выбирается переключателем.

Таблица 2

Параметр	Значение
Номинальное напряжение питания, В	24
Максимальный ток потребления каждым блоком в режиме передачи данных, А	0,15
Максимальный ток потребления каждым блоком при выключенном передатчике, А	0,10
Центральная частота передачи, кГц	$100 \pm 0,1$
Скорость передачи, по выбору, бит/с	124, 248, 496, 992
Диапазон индицируемого уровня давления, кПа	0–800
Диапазон индицируемых значений температур, $^{\circ}\text{C}$	от $-45$ до $+99$
Диапазон индицируемых значений напряжения питания, В	15–32

телем, расположенным на электропневматическом блоке управления клапанами БУК ЭП. Рекомендуется применять режим, когда один из воздухоборников работает в режиме «Ведущий», а второй – в режиме «Ведомый». При этом их клапанами управляют с помощью электрических сигналов с платы управления ведущего воздухоборника, а электронные блоки ведомого воздухоборника не принимают участия в рабочем процессе.

Режим «Один» может использоваться при каких-либо неисправностях пневмоаппаратуры второго воздухоборника, например, распределителя шлангов, блока клапанов и др.

На столе воздухоборника ВУПЗ-05Э (рис. 3) установлены два блока клапанов БК (1), электропневматический блок управления клапанами БУК ЭП (2), узел с манометром (3), вход трубопровода (4) и аппаратура дистанционного контроля АДК в составе БУК ЭП. Основные технические параметры аппаратуры дистанционного контроля АДК представлены в табл. 2.

Принципиальная пневматическая схема воздухоборника ВУПЗ-05Э приведена на рис. 4. На рисунке приняты следующие обозначения: БК – блок клапанов; КР, КТ – пневмоуправляемый клапан с клапаном быстрого выхлопа; БУК ЭП – электропневматический блок управления клапанами; Р1, Р2 – распределитель с электроуправлением; Ф – фильтр; ДД – датчик давления; УМ – узел манометра; МН – манометр; В – воздухоборник; ВН1, ВН3, ВН4 – вентили; Г – глушитель. Сжатый воздух поступает через вентиль ВН4 в воздухоборник В, через фильтр-влагодотделитель Ф – в электропневмораспределители Р1, Р2.

При отсутствии напряжения на катушках электропневмораспределителей Р1, Р2 клапаны КТ и КР закрыты. Когда подают напряжение на катушку распределителя Р1, сжатый воздух поступает в полости управления тормозных клапанов КТ, открывая их. При подаче напряжения на катушку распределителя Р2 открываются оттормаживающие клапаны КР.

Клапаны ведущего и ведомого воздухоборников, работающие на один вагонный замедлитель, управляются с помощью команд с горочного поста или тумблерами на БУК ЭП ведущего воздухоборника. В режиме торможения максимально может быть реализовано восемь ступеней Т0.5; Т1.0; Т1.5; Т2.0; Т2.5; Т3.0; Т3.5; Т4 и оттормаживание (Р). Для ступеней торможения Т0.5–Т3.5 предусмотрена установка нижней и верхней уровней давления сжатого воздуха, подаваемого в пневмосистему замедлителя. Давление удерживается в пределах этих уровней автоматическим включением тормозных или оттормаживающих клапанов. На ступени Т4 аппаратура выдает полное давление сжатого воздуха, подаваемого из пневмомагистрали. При включении режима Р открываются оттормаживающие клапаны, и сжа-

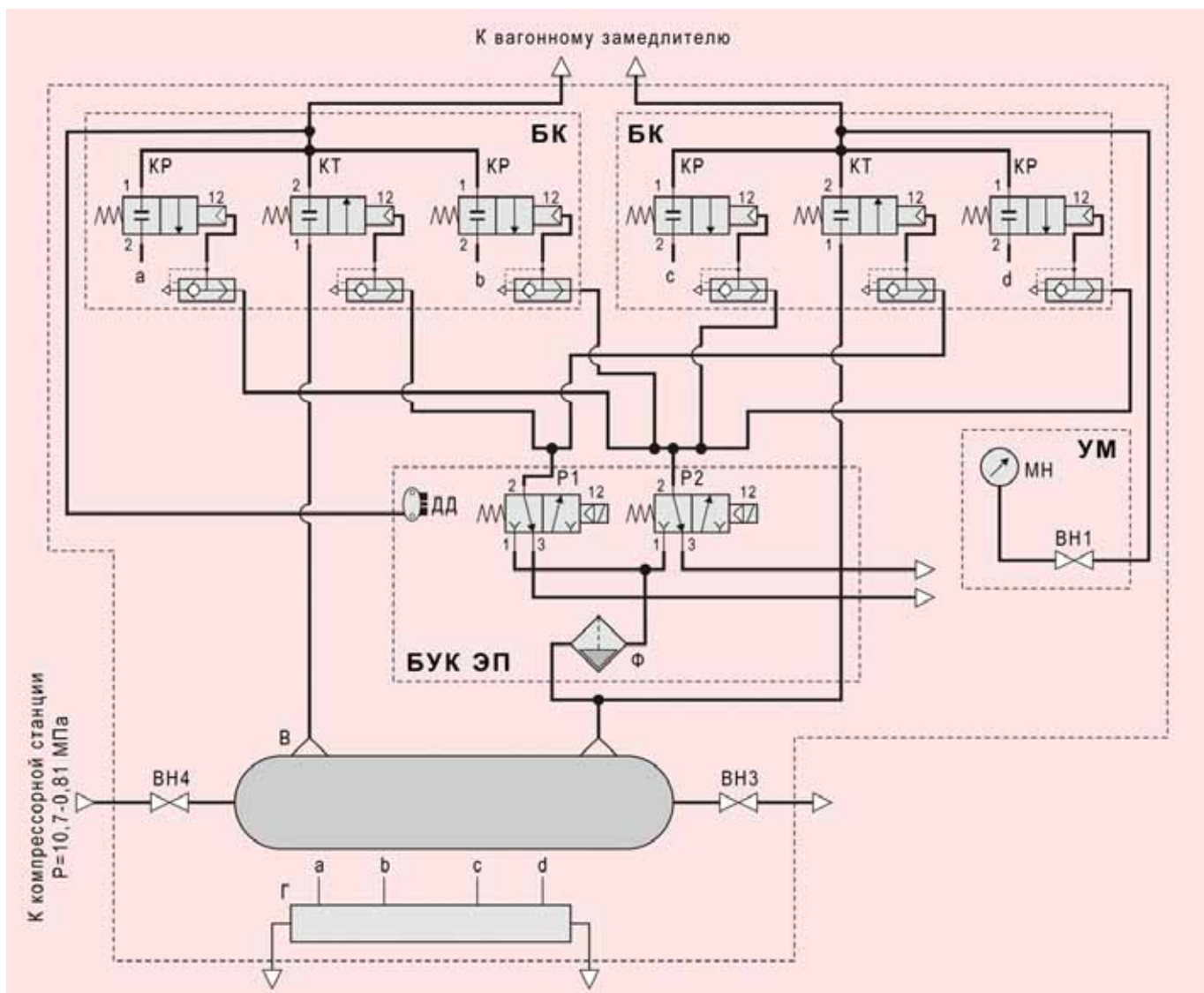


РИС. 4

тый воздух из пневмосистемы замедлителя выпускается в атмосферу.

Клапаны управляются через распределители MFH-3-1/4 с помощью электрических сигналов, поступающих с платы управления БУК ЭП. При этом сигналы КТ1, КТ2 управляют тормозными клапанами, а сигналы КР1, КР2 – оттормаживающими.

Заданные уровни давления сжатого воздуха настраиваются в соответствии со ступенями торможения Т0.5–Т3.5 кнопками на БУК ЭП ведущего воздухоотборника следующим образом.

При включении электропитания управления в левой части индикатора высвечивается включенный режим «U0.5», «U1.0», «U1.5», «U2.0», «U2.5», «U3.0», «U3.5», «U4.0», соответствующий ступеням торможения Т0.5; Т1.0; Т1.5; Т2.0; Т2.5; Т3.0; Т3.5; Т4, или «U0.0», когда ни одна из ступеней торможения не включена. В правой части индикатора высвечивается текущее значение давления в пневмосистеме замедлителя, выраженное в килопаскалях.

При нажатии кнопки «Настройка» и удержании ее в течение 1...2 с устанавливается режим «Настройка». На индикаторе высвечивается символ ULH SEL, озна-

чающий подменю выбора уровней торможения. При нажатии кнопки «Выбор» на индикаторе слева высвечивается символ «0.5L», соответствующий нижнему уровню давления для ступени Т0.5, а справа – значение давления сжатого воздуха в кПа.

Кнопками «Δ», «∇» выбирают необходимый параметр для настройки, например, «0.5L» – нижний уровень давления ступени Т0.5, «0.5H» – верхний уровень давления ступени Т0.5.

После нажатия кнопки «Выбор» символ выбранного параметра на индикаторе начинает мигать. Кнопками «Δ», «∇» корректируют значение выбранного параметра в большую или меньшую сторону соответственно. С помощью кнопки «Запись» откорректированное значение вводят в память. Кнопкой «Настройка» входят в меню «Настройка», а затем кнопками «Δ» или «∇» – в режим корректировки остальных параметров. Аналогично корректируются остальные параметры.

Далее приведены параметры, доступные для корректировки.

Минимальная температура воздуха «t°» внутри корпуса БУК ЭП принята по умолчанию +5°C. При

снижении температуры ниже установленного значения автоматически включаются обогреватели внутри корпуса БУК ЭП, если подается переменное напряжение 230 В, 50 Гц. При увеличении температуры выше установленного значения обогреватели выключаются. Этот параметр можно изменять в пределах от нуля до +50°C.

Крутизна нарастания давления «F<sub>г</sub>» в пневмосистеме замедлителя учитывается при реализации функции «электронного дросселя». Этот параметр характеризует отношение скоростей нарастания давления внизу диапазона и вверху при открытых тормозных клапанах. Например, если крутизна нарастания равна 4, то при открытых тормозных клапанах время нарастания давления в замедлителе (от 0 до 100 кПа) в момент открывания клапанов в 4 раза меньше, чем когда давление близко к максимальному (от 600 до 700 кПа). Этот параметр зависит от конструктивных особенностей пневмосистемы замедлителя. Чем более нелинейная характеристика нарастания давления в замедлителе, тем больше значение параметра «F<sub>г</sub>». Соответственно, тем больше будут отличаться задержки по времени при включении и выключении тормозных и оттормаживающих клапанов внизу и ввер-

ху диапазонов давления при реализации функции «электронного дросселя». Крутизну нарастания давления можно изменять в пределах от 2 до 9.

Время нарастания давления «F<sub>г</sub>» (сек) в пневмосистеме замедлителя также учитывается при реализации функции «электронного дросселя». Оно характеризует время, необходимое для нарастания давления в замедлителе от нуля до максимума при открытых тормозных клапанах. Например, если значение параметра равно 0,8 с, то повышение давления реализуется за 0,8 с. При этом автоматически вводятся необходимые задержки времени при включении и выключении тормозных и оттормаживающих клапанов с тем, чтобы не возникал режим автоколебаний. Указанный параметр можно изменять в пределах от нуля до 2 с.

С помощью алгоритма «ALG t» включаются тормозные клапаны в режимах T0.5–T3.5:

«t11» и «t1.1.» – тормозными клапанами управляют лишь сигналы КТ1 и КТ2 (соответственно) платы управления БУК ЭП. При этом в первом случае не используется сигнал КТ2, во втором – КТ1;

«t21» и «t2.1.» – при низком давлении в пневмосистеме замедлителя тормозными клапанами управляют

**Таблица 3**

Давление в пневмосети вагонного замедлителя	Р (оттормаживание)	Задаваемый уровень торможения							
		T0.5	T1.0	T1.5	T2.0	T2.5	T3.0	T3.5	T4
Менее «0.5L»	КР1, КР2	КТ1	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2
От «0.5L» до «0.5H»	КР1, КР2	–	КТ1	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2
От «0.5H» до «1.0L»	КР1, КР2	КР2	КТ1	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2
От «1.0L» до «1.0H»	КР1, КР2	КР1, КР2	–	КТ1	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2
От «1.0H» до «1.5L»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР2	КТ1	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2
От «1.5L» до «1.5H»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР2	–	КТ1	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2
От «1.5H» до «2.0L»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР2	КТ1	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2
От «2.0L» до «2.0H»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР2	–	КТ1	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2
От «2.0H» до «2.5L»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР2	КТ1	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2
От «2.5L» до «2.5H»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР2	–	КТ1	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2
От «2.5H» до «3.0L»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР2	КТ1	КТ1, КТ2	КТ1, КТ2
От «3.0L» до «3.0H»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР2	–	КТ1	КТ1, КТ2
От «3.0H» до «3.5L»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР2	КТ1	КТ1, КТ2
От «3.5L» до «3.5H»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР2	–	КТ1, КТ2
Более «3.5H»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР2	КТ1, КТ2



оба сигнала КТ1 и КТ2. При повышении давления и приближении к заданному уровню в первом случае остается включенным только сигнал КТ1, во втором – КТ2;

«t22» – тормозными клапанами все время управляют оба сигнала КТ1 и КТ2 (работают параллельно).

С помощью алгоритма «ALG Р» включаются оттормаживающие клапаны в режимах Т0.5–Т3.5:

«Р11» и «Р1.1.» – оттормаживающими клапанами управляет лишь сигнал КР1 и КР2 (соответственно) платы управления БУК ЭП. В первом случае не используется сигнал КР2, во втором – КР1;

«Р21» и «Р21.» – при высоком давлении в пневмосистеме замедлителя оттормаживающими клапанами управляют оба сигнала КР1 и КР2. При уменьшении давления и приближении к заданному уровню в первом случае остается включенным только сигнал КР1, во втором – КР2;

«Р22» – оттормаживающими клапанами все время управляют оба сигнала КР1 и КР2 (работают параллельно).

В режиме торможения Т4 все время включены сигналы КТ1 и КТ2, в режиме оттормаживания Р – сигналы КР1 и КР2.

В табл. 3 приведен пример выдачи управляющих сигналов включения клапанов с платы управления при выборе алгоритмов «ALG t21» (для тормозных клапанов) и «ALG Р21.» (для оттормаживающих клапанов) в зависимости от текущего давления, в табл. 4 – при выборе алгоритмов «ALG t1.1.» (для тормозных клапанов) и «ALG Р22» (для оттормаживающих клапанов) в зависимости от текущего давления.

Калибровка датчика давления «CLb–0–» выполняется в режиме «Настройка» одновременным нажатием кнопок «Выбор» и «Запись». При этом включаются оттормаживающие клапаны на время 1–2 с для сброса остатков сжатого воздуха из пневмосистемы замедлителя. Показание датчика давления считывается при нулевом избыточном давлении. Это значение автоматически записывается в энергонезависимую память и используется в дальнейшем для корректировки показаний измеряемого давления в пневмосистеме замедлителя. Калибровку рекомендуется производить периодически, например, после замены датчика давления.

Задержка на включение «Р – t» тормозных клапанов после выключения оттормаживающих устанавливается в пределах 0,05–0,3 с. Задержка на включение

**Таблица 4**

Давление в пневмосети вагонного замедлителя	Р (оттормаживание)	Задаваемый уровень торможения							
		Т0.5	Т1.0	Т1.5	Т2.0	Т2,5	Т3.0	Т3.5	Т4
Менее «0.5L»	КР1, КР2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ1, КТ2
От «0.5L» до «0.5H»	КР1, КР2	–	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ1, КТ2
От «0.5H» до «1.0L»	КР1, КР2	КР1, КР2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ1, КТ2
От «1.0L» до «1.0H»	КР1, КР2	КР1, КР2	–	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ1, КТ2
От «1.0H» до «1.5L»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ1, КТ2
От «1.5L» до «1.5H»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	–	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ1, КТ2
От «1.5H» до «2.0L»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ1, КТ2
От «2.0L» до «2.0H»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	–	КТ2	КТ2	КТ2	КТ1, КТ2
От «2.0H» до «2.5L»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КТ2	КТ2	КТ2	КТ1, КТ2
От «2.5L» до «2.5H»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	–	КТ2	КТ2	КТ1, КТ2
От «2.5H» до «3.0L»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КТ2	КТ2	КТ1, КТ2
От «3.0L» до «3.0H»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	–	КТ2	КТ1, КТ2
От «3.0H» до «3.5L»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КТ2	КТ1, КТ2
От «3.5L» до «3.5H»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	–	КТ1, КТ2
Более «3.5H»	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КР1, КР2	КТ1, КТ2

Таблица 5

Переключатель воздухохорборника		Подача сигналов с платы управления БУК ЭП			
		ВУПЗ-05Э № 1		ВУПЗ-05Э № 2	
ВУПЗ-05Э № 1	ВУПЗ-05Э № 2	КР1, КТ1	КР2, КТ2	КР1, КТ1	КР2, КТ2
Ведущий	Ведомый	На ВУПЗ-05Э № 1	На ВУПЗ-05Э № 2	Не используются	Не используются
Ведомый	Ведущий	Не используются	Не используются	На ВУПЗ-05Э № 2	На ВУПЗ-М05Э № 1
Один	Ведомый	На ВУПЗ-05Э № 1	На ВУПЗ-05Э № 1	Не используются	Не используются
Ведомый	Один	Не используются	Не используются	На ВУПЗ-05Э № 2	На ВУПЗ-05Э № 2
Один	Ведущий	На ВУПЗ-05Э № 1	На ВУПЗ-05Э № 1	На ВУПЗ-05Э № 2	Не используются
Ведущий	Один	На ВУПЗ-05Э № 1	Не используются	На ВУПЗ-05Э № 2	На ВУПЗ-05Э № 2
Один	Один	На ВУПЗ-05Э № 1	На ВУПЗ-05Э № 1	На ВУПЗ-05Э № 2	На ВУПЗ-05Э № 2
Ведущий	Ведущий	На ВУПЗ-05Э № 1	Не используются	На ВУПЗ-05Э № 2	Не используются
Ведомый	Ведомый	Не используются	Не используются	Не используются	Не используются

ние оттормаживающих клапанов «t – Р» после выключения тормозных устанавливается в тех же пределах.

Автоматическая приработка пневмоуправляемых клапанов воздухохорборника «AUt» при выбранном значении «- - -» отключена. Приработка тормозных клапанов выбирается при значении «ttt», приработка оттормаживающих клапанов – при значении «PPP». Автоматическая приработка включается кнопкой «Сброс» при выключенном режиме «Настройка», выключается кнопкой «Сброс» или включением одной из восьми ступеней торможения.

Время включенного состояния «On» пневмоуправляемых клапанов при автоматической приработке и время выключенного состояния «Off» устанавливается в пределах 0,1–2 с. Номер версии программного обеспечения обозначен «nn\_».

Для выхода из режима «Настройка» нажимают кнопку «Настройка». При этом в левой части индикатора высвечивается включенный режим «U0.5», «U1.0», «U1.5», «U2.0», «U2.5», «U3.0», «U3.5», «U4.0», соответствующий режимам торможения T0.5; T1.0; T1.5; T2.0; T2.5; T3.0; T3.5; T4, или «U0.0», когда ни один из режимов торможения не включен. В правой части индикатора высвечивается текущее давление в замедлителе, выраженное в килопаскалях.

При кратковременном нажатии на кнопку «U/t°C» производится индикация текущей температуры внутри корпуса БУК ЭП в градусах Цельсия. При повторном нажатии на кнопку «U/t°C» или автоматически по истечении 30–40 с индикатор переходит в режим индикации текущего давления в пневмосети замедлителя.

При нажатии на кнопку «Наработка» и ее удержании производится индикация количества включений тормозных клапанов. Этот параметр отображает 8 разрядов попеременно – 4 старших разряда ( \_ X X X X ) и 4 младших ( X X X X \_ ). Например, число 12345678 попеременно индицируется « \_ \_ 1 2 3 4 » и « 5 6 7 8 \_ \_ » с периодичностью 1 с. Значение сохраняется при отключении напряжения питания. Этот параметр учитывается при определении периодичности ремонта и техобслуживания.

Кнопкой «Сброс» параметр сбрасывается, если он выбран для корректировки в режиме «Настройка» кнопкой «Выбор» и мигает, или сбрасываются все параметры (за исключением наработки), если в режиме «Настройка» кнопкой «Выбор» не выбран ни один параметр для корректировки.

Если в течение трех минут не нажимать кнопки на БУК ЭП, индикация переходит в экономный режим, т. е. остается мигать только верхний сегмент левого индикатора.

При работе двух воздухохорборников на один замедлитель клапаны на каждом из них управляются электрическими сигналами КТ1, КТ2, КР1, КР2 с платы управления БУК ЭП того или иного воздухохорборника (табл. 5).

Если текущий воздухохорборник работает в режиме «Ведущий», то сигналы КТ1, КР1 поступают на распределители и включают тормозной и оттормаживающий клапаны своего воздухохорборника соответственно. Сигналы КТ2, КР2 при этом подаются на линию, идущую ко второму воздухохорборнику. Если он работает в режиме «Ведомый», то включают тормозной и оттормаживающий клапаны соответственно.

Если текущий воздухохорборник работает в режиме «Один», то сигналы КТ1, КТ2 одновременно поступают на распределитель и включают тормозной клапан своего воздухохорборника. Сигналы КР1, КР2 одновременно подаются на распределитель и включают оттормаживающий клапан своего воздухохорборника. При этом линия связи со вторым воздухохорборником не используется.

Режимы, выделенные цветом в табл. 5, использовать не рекомендуется, так как автоматика каждого воздухохорборника будет независимо друг от друга отрабатывать команды включения режимов торможения.

Опытная партия воздухохорборников с управляющей аппаратурой ВУПЗ-05Э успешно прошла эксплуатационные испытания на железной дороге республики Беларусь. Более чем за два года опытной эксплуатации не было отмечено случаев сбоя в ее работе или конструкционных отказов.

В настоящее время такая аппаратура готовится к производству на Калужском электротехническом заводе и в 2010 г. планируется организовать ее серийное производство и поставку на сортировочные горки российских железных дорог.



**В.Г. ТРОХОВ,**  
доцент ПГУПС, канд. техн. наук



**В.А. УСТЮЖАНИН,**  
аспирант

**В настоящее время в хозяйстве автоматики и телемеханики используются автоматизированные рабочие места по ведению технической документации (АРМ-ВТД), комплексно решающие задачи системы электронного документооборота (СЭД). В СЭД реализован механизм принятия решений, позволяющий создавать, согласовывать и утверждать электронные технические документы. Поскольку специалисты службы автоматики и телемеханики отвечают за работу технических средств, непосредственно обеспечивающих безопасность движения поездов, то качеству технической документации должно уделяться особое внимание. Любые ошибки, неточности, а также преднамеренное искажение технической документации могут иметь серьезные последствия.**

## ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

■ При ведении технической документации (ТД) в бумажном виде в случае возникновения чрезвычайной ситуации ответственность несут сотрудники, которые согласовали и утвердили документ (физически поставили свою подпись на проблемном документе).

В случае ведения технической документации в электронном виде найти ответственного намного сложнее. У электронного документа, представляющего собой последовательность битов определенной длины, отсутствует привязка к материальному носителю, в связи с чем он может быть легко скопирован, модифицирован, подменен. При этом сложно, а иногда и просто невозможно установить, кто именно, когда и в какой последовательности внес изменения. Кроме того, содержимое электронного документа может измениться в процессе передачи по сети (перехват и подмена злоумышленником или наличие помех в каналах передачи).

Таким образом, электронный документ сам по себе не предоставляет возможности однозначно определить круг лиц, причастных к его созданию и последующим модификациям.

Для обеспечения юридической значимости необходимо, чтобы система электронного документооборота обладала дополнительными функциями контроля и защиты электронных документов [1], подтверждающими подлинность электронного документа, а также делающими невозможным отказ от авторства над электронным документом (юридическая значимость) и его изменение после согласования (утверждения).

На практике эти функции реализуются при помощи механизма электронной цифровой подписи (ЭЦП) — реквизита электронного документа, предназначенного для его защиты от подделки. ЭЦП реализуется посредством криптографического преобразования информации с использованием секретного

ключа электронной цифровой подписи. Она позволяет идентифицировать владельца сертификата ключа подписи и установить отсутствие искажения информации в электронном документе.

Технология ЭЦП широко распространена на рынке современных информационных технологий в России. Она успешно применяется в банковской сфере и сфере электронной коммерции. Практически каждый разработчик информационных систем, дорожающий своей репутацией, внедряет в свои программные продукты механизм электронной цифровой подписи. ЭЦП, подобно обыкновенной собственноручной подписи, позволяет придать электронному документу юридическую силу, обеспечивает целостность, подлинность документа, а также неотречаемость от авторства над ним.

Принцип действия ЭЦП основывается на алгоритмах асимметричной криптографии. Суть его в том, что используются два разных ключа одинаковой длины: секретный и открытый (ключевая пара). Если информацию зашифровать при помощи одного из ключей (секретного), то расшифровать ее можно будет только при помощи другого (открытого) ключа.

Адресату отдельно передается открытый ключ, а затем зашифрованные секретным ключом электронные документы. Таким образом можно гарантировать неизменность документа в процессе передачи и установить отношение доверия между отправителем и адресатом (в нашем случае между двумя пользователями СЭД).

В современных информационных системах используются специальные серверы сертификатов, на которых хранится информация о пользователе и его открытом ключе, зашифрованная при помощи секретного ключа сервера (сертификата). Таким способом открытый ключ пользователя системы защищается от подмены злоумышленником. Имея достоверную информацию о



сертификате, любой другой пользователь может убедиться не только в неизменности электронного документа, но и в том, что автором документа является владелец сертификата открытого ключа [2].

Поскольку асимметричные криптографические алгоритмы работают медленно, то на практике шифрование электронных документов, содержащих большие объемы информации, занимает очень много времени. В целях экономии времени шифруется не электронный документ, а значение фиксированной длины – хэш, полученное в результате математического преобразования документа [3]. Хэш для электронного документа играет ту же роль, что и фотокарточка для человека в его паспорте. Зашифрованный секретным ключом пользователя хэш – это и есть электронная цифровая подпись документа. ЭЦП документа и сам документ хранятся и передаются как единое целое (рис. 1).

Процедура проверки ЭЦП у документа достаточно проста (рис. 2). Сначала вычисляется новый хэш документа как результат работы функции хэширования, а затем при помощи открытого ключа из сертификата пользователя из ЭЦП расшифровывается хэш оригинального документа.

Полученные значения сравнива-

ются. Если они различаются, то документ изменился и ЭЦП является недействительной. Совпадение говорит о том, что ЭЦП действительна. В этом случае можно с уверенностью утверждать, что электронный документ является подлинным, неизменным и его авторство принадлежит сотруднику, чьи реквизиты указаны в сертификате открытого ключа.

Подобно дополнительным способам защиты бумажного документа (печати организации, водяным знакам на бумаге, покрытию специальным химическим составом и др.) криптографический алгоритм ЭЦП обеспечивает защиту электронного документа. Соответственно, секретный ключ, в свою очередь, является аналогом собственноручной подписи человека на бумажном документе. Чем совершеннее алгоритм ЭЦП, тем выше уровень защиты документа.

Поскольку подписание электронного документа без секретного ключа пользователя невозможно, то для обеспечения юридически значимого обмена документами секретный ключ необходимо использовать и хранить с учетом соответствующих требований безопасности и надежности.

Существуют два основных варианта хранения закрытых ключей.

Первый из них не требует специальных средств и защищен средствами операционной системы, но потенциально небезопасен. Во втором случае используется бесконтактная смарт-карта (токен) или электронный ключ с аппаратным шифрованием, по габаритам и принципу использования напоминающий популярную в настоящее время флэш-память на USB-брелоках, в обиходе называемых «флэшками».

Наиболее безопасным и надежным является второй способ, поскольку секретный ключ надежно шифруется аппаратными средствами при помощи симметричных криптографических алгоритмов (используется специальный PIN-код (пароль) для шифрования и расшифрования информации). Соответственно, при подписи документа ЭЦП требуется ввод пароля для расшифрования секретного ключа. Этот вариант требует установки дополнительного программного обеспечения сторонних производителей.

При наличии у злоумышленника доступа к информационной системе подделка ЭЦП документа возможна только в двух ситуациях.

Во-первых, если злоумышленнику удастся изменить исходный документ таким образом, что хэш оригинального документа совпадет с хэшем измененного документа. Эта ситуация известна в криптографии как нахождение коллизии хэш-функции и практически исключена, поскольку для сведения количества коллизий к теоретическому минимуму используют криптографически стойкие хэш-функции – SHA-2, ГОСТ Р 34.11–94, Whirlpool и др.

Во-вторых, злоумышленник может завладеть секретным ключом. В этом случае также возможны два варианта:

кража ключа с аппаратным шифрованием и знание пароля для создания ЭЦП. Эта ситуация не рассматривается, поскольку может быть предотвращена при помощи простых организационных мер (отзыв сертификата открытого ключа с сервера сертификатов в случае кражи, ответственность пользователя за потерю аппаратного ключа или разглашение пароля и др.);

вычисление секретного ключа на основе открытого ключа. Это практически невозможно, поскольку при создании ЭЦП используются надежные криптографически стойкие алгоритмы.

Под криптографической стойко-



РИС. 1

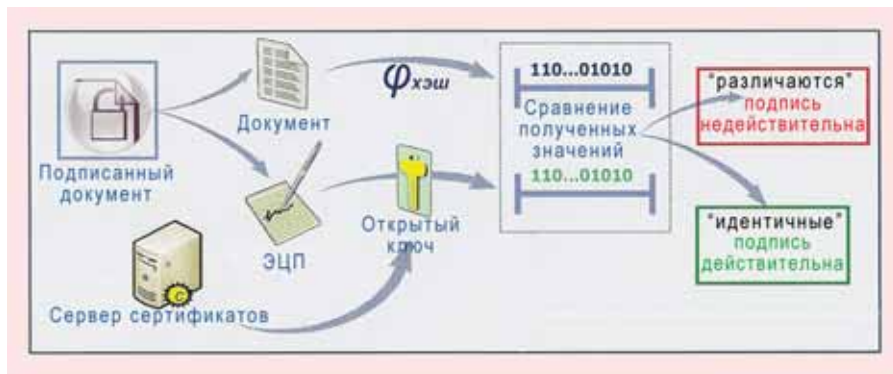


РИС. 2

стью алгоритма подразумевается невозможность расшифровки информации, зашифрованной определенным алгоритмом за время, в течение которого эта информация будет актуальной.

В основе современных алгоритмов ЭЦП лежит несколько трудно-разрешимых математических задач, одна из которых – разложение больших чисел на множители, требующая огромного количества вычислительных операций. При использовании ключей с рекомендованной длиной [4] (1024 и более бит – для алгоритма RSA, 512 и более бит – для алгоритма ГОСТ Р 34.10–2001) гарантируется невозможность нахождения секретного ключа при помощи любых технических средств за время, сопоставимое с временем действия секретного и открытого ключей.

По сравнению с подделкой электронного документа, защищенного ЭЦП, подделка бумажного документа представляется весьма простым занятием. Соответственно, уровень доверия к документу, заверенному ЭЦП, должен быть намного выше, чем к традиционному бумажному документу.

Таким образом, сочетание использования криптографически стойких алгоритмов ЭЦП и функций хеширования, а также организационных мер в СЭД позволяет реализовать юридически значимую систему электронного документооборота, которая будет гарантировать целостность и подлинность электронных документов, а также позволит привлечь к ответственности сотрудников, принимавших решения по этим документам, в случае возникновения конфликтных ситуаций.

Конечно, существуют и другие способы защиты электронных документов, например, использование симметричных криптографических алгоритмов, позволяющих очень надежно зашифровать электронный документ при помощи пароля. Таким способом гарантируется конфиденциальность документа при передаче и возможность использования электронного документа только теми сотрудниками, которые знают пароль. Неудобство применения этого способа защиты заключается в невозможности эффективной реализации механизма управления паролями в случае большого количества документов и сотрудников, работающих в системе. Также этот способ не позволяет

гарантированно установить авторство документа – если несколько сотрудников знают пароль для доступа к документу, то, теоретически, создать или изменить документ мог любой из них. Использование его в системе ведения технической документации представляется нецелесообразным.

На практике иногда встречаются варианты «псевдозащиты» электронных документов СЭД. Например, функция согласования/утверждения документа реализована таким образом, что при принятии положительного решения сотрудником к документу присоединяется и отображается специальная графическая информация (чаще всего его отсканированная рукописная подпись). Очевидно, что при такой реализации «защиты» электронный документ может быть незаметно изменен и к нему может быть присоединена подпись любого сотрудника. Выявить при этом внесенные изменения не удастся.

Такой подход не имеет никакого смысла, кроме психологического, поскольку доверие к электронному документу возможно только лишь в случае его защиты при помощи криптографических методов, как было показано выше.

Для внедрения механизма ЭЦП в систему электронного документооборота службы автоматизации и телемеханики необходима соответствующая инфраструктура. Она предполагает наличие следующих компонентов (рис. 3):

модуля ЭЦП, интегрированного в клиентскую часть СЭД; криптопровайдера, представля-

ющего собой специальное программное обеспечение, реализующее криптографические функции;

удостоверяющего центра (сервера сертификатов);

службы времени (сервера точного времени) для регистрирования времени подписания электронного документа.

Концепция использования инфраструктуры клиентским приложением СЭД выглядит следующим образом. Сначала однократно генерируется ключевая пара (1). Затем посылается запрос к серверу сертификатов на получение сертификата открытого ключа (2). При получении сертификата в хранилище устанавливается операционная система (3) и проверяется действительность сертификата открытого ключа пользователя (4). В случае недействительности сертификата подписать документ будет невозможно. Следующий шаг – синхронизация с сервером точного времени (5), установка штампа времени и подписание документа ЭЦП (6). После этого документ уже содержит информацию о точном времени подписания. Подписанный документ сохраняется на сервере АРМ ВТД (7). При необходимости его можно получить с сервера АРМ ВТД (8) и проверить ЭЦП документа (9) и действительность сертификата открытого ключа пользователя (10).

С первого взгляда может показаться, что внедрение механизма электронной подписи в систему электронного документооборота службы автоматизации и телемеханики – задача очень непростая, поскольку необходимо:

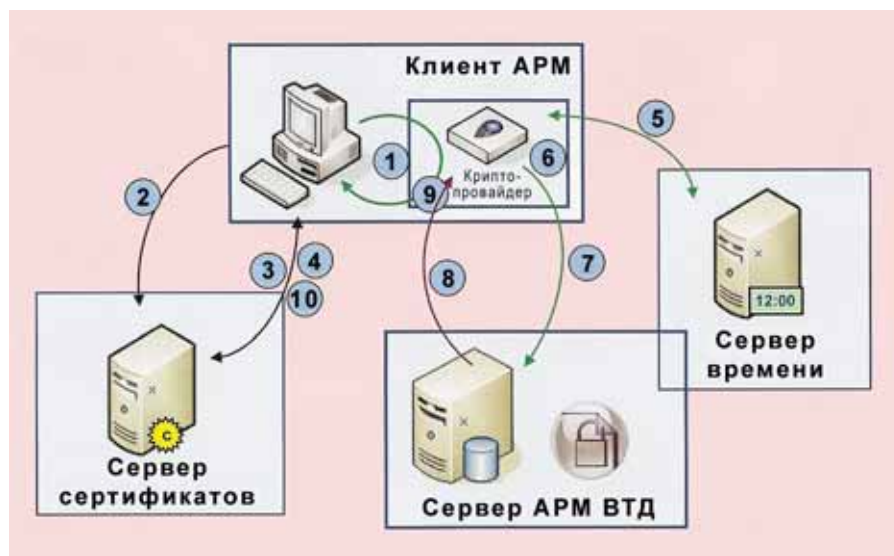


РИС. 3

закупить, настроить и поддерживать удостоверяющие центры и серверы точного времени, реализовать их совместимость с существующей инфраструктурой;

разработать и внедрить модуль ЭЦП в СЭД;

обучить персонал;  
принять организационные меры;  
закупить и перепрограммировать токены.

Фактически сервер сертификатов в сети передачи данных Октябрьской дороги уже существует (используется в «защищенном сегменте электронной почтовой системы») [5] и успешно решает задачи, связанные с использованием ЭЦП при отправке электронных сообщений [6]. Для существующего сервера сертификатов потребуется лишь дополнительная настройка специального типа сертификата для использования в СЭД, поскольку в данный момент сервер выдает только сертификаты защиты электронной почты, стандартный срок действия которых 1 год.

Модуль ЭЦП для АРМ ВТД уже разработан и проходит этап тестовой эксплуатации.

Переобучения персонала не потребуется – в обычный процесс ведения технической документации в АРМ ВТД будет добавлен только один этап – «приглашение вставить USB-ключ (токен) и ввести личный пароль для подписания электронного документа».

Организационные меры не будут отличаться от мер, принятых при организации работы «защищенного сегмента электронной почтовой системы». Нормативная база по рабо-

те с токенами и созданием ЭЦП электронных сообщений уже существует и успешно применяется.

Стоимость одного токена колеблется от 700 до 2000 руб. в зависимости от модели [7]. Его перепрограммирование – процедура, не представляющая большой технической сложности, которая может быть осуществлена сотрудниками, несущими ответственность за функционирование «защищенного сегмента электронной почтовой системы».

Таким образом, задача внедрения ЭЦП в СЭД АРМ ВТД в настоящее время не представляет большой технической сложности и может быть решена в короткие сроки.

Хранение технической документации в электронном виде имеет много преимуществ, но со временем появляется необходимость в их распечатке (выводе на бумажный носитель) и передаче непосредственному исполнителю, например, электромеханику. В АРМ-ВТД хранятся все варианты технической документации – *рабочий*, в котором информация еще изменяется, документ согласовывается и утверждается, *контрольный* – когда документ уже утвержден и используется в хозяйстве СЦБ, *архивный* – устаревший и перемещенный в архив.

В связи с этим необходимо исключить возможность распечатки рабочего документа, поскольку он еще не введен в эксплуатацию и может содержать ошибки или ставить специальную метку на документе при печати. То же самое справедливо и для архивного документа, поскольку согласно [8] устаревшие схемы проектной документации дол-

жны изыматься и уничтожаться – появление их новых бумажных экземпляров недопустимо.

Для обеспечения контроля за распечаткой технической документации из СЭД можно использовать механизм ЭЦП – разрешить печать только утвержденных экземпляров технической документации, на которых стоят действующие ЭЦП всех сотрудников, принимавших решения по этому документу. В случае отсутствия необходимых ЭЦП или их недействительности кнопка «Распечатать» интерфейса СЭД должна быть недоступна.

Дополнительно к этой мере при печати электронного документа можно генерировать двумерный штрих-код (рис. 4), который будет содержать в себе реквизиты электронного документа (название, перечень сотрудников, принимавших решения по документу, дату ввода в эксплуатацию и др.) и ЭЦП сотрудника, утвердившего документ. Современные штрих-коды позволяют закодировать до четырех тысяч символов информации (стандарты QRCode, DataMatrix, PDF417). Этой емкости достаточно для кодирования реквизитов подписанного ЭЦП документа.

Проверка информации, закодированной двумерным штрих-кодом, происходит с помощью сканеров штрих-кода. Технология использования двумерных штрих-кодов широко распространена, ее внедрение не вызовет больших технических затруднений.

Для исключения подделки бумажного экземпляра технической документации можно использовать

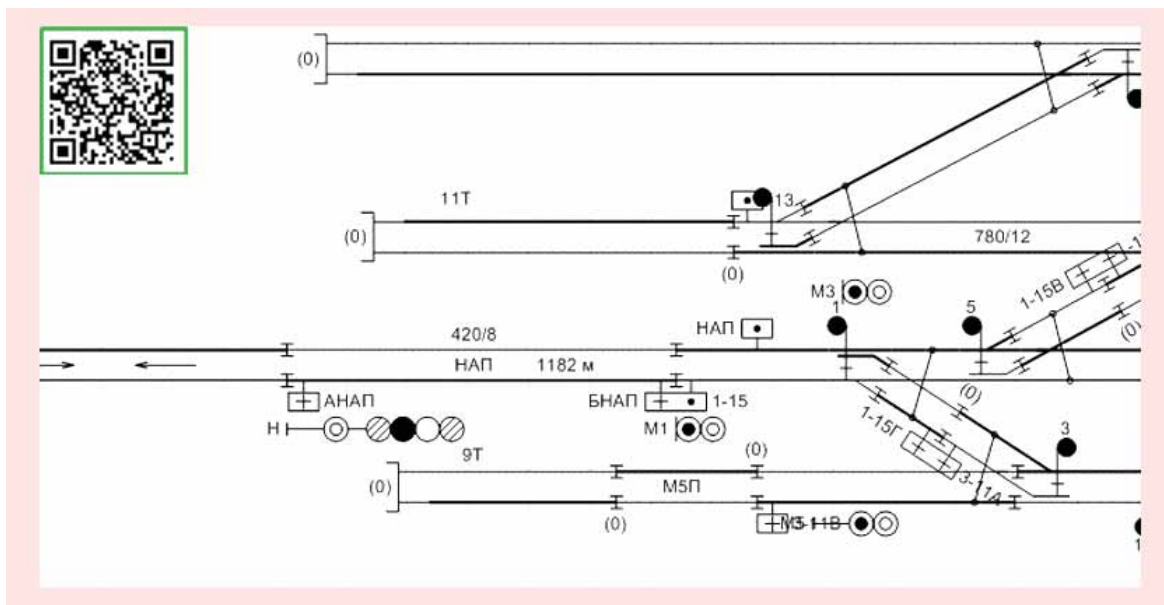


РИС. 4



специальные методы защиты бумажных документов (использование специальной бумаги) и организационные меры (возможность печати утвержденной документации должна быть у ограниченного числа сотрудников, которые несут ответственность за техническую документацию).

Принятие ответственных решений по техническим документам в существующей системе ведения технической документации в электронном виде без использования механизма ЭЦП невозможно. Связано это с тем, что сам по себе электронный документ не гарантирует достоверность и подлинность содержащейся в нем информации, а также не позволяет точно определить круг лиц, причастных к его созданию и изменению.

Механизм ЭЦП, надежность которого гарантируется стойкими криптографическими функциями, позволяет избежать этих недостатков и предоставляет возможность организации юридически значимого документооборота.

Таким образом, внедрение и использование механизма ЭЦП при принятии решений является необходимым шагом по дальнейшему развитию СЭД ведения технической документации службы автоматики и телемеханики и обязательным условием при ее эксплуатации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. С и л и н С. Электронно-цифровая подпись в СЭД: что нужно знать? PC Week №34/2006, 20 сентября 2006 г.
2. Ш н а е р Б. Фергюсон. Практическая криптография. 2005.
3. С м а р т Н. Криптография. М. Техносфера, 2005. 528 с.
4. Ш н а е р Б. Фергюсон. Секреты и ложь. Безопасность данных в цифровом мире. СПб. Питер, 2003.—368 с.
5. Инструкция № 102/230506 ИВЦ Октябрьской дороги. «Описание процедуры выпуска сертификатов и настройки клиентского ПО для использования ЭЦП».
6. Инструкция № 101/230506 ИВЦ Октябрьской дороги. «Инструкция пользователя по работе в защищенном сегменте электронной почтовой системы».
7. Сайт компании «Aladdin» — информация о стоимости продуктов криптографической защиты. [http://www.aladdin.ru/price/price\\_list/](http://www.aladdin.ru/price/price_list/) Актуальность — март 2009.
8. Инструкция по содержанию технической документации на устройства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ). ЦШ-617 от 08 декабря 1998 г.



**А.К. ТАБУНЦКОВ,**  
доцент кафедры  
«Автоматика и телемеханика» МГУПС



**Ю.А. БАРЫШЕВ,**  
доцент, заведующий кафедрой  
«Электрические измерения»  
Академии стандартизации,  
метрологии и сертификации

■ Основными причинами возникновения помех в канале АЛСН являются асимметрия тягового тока в рельсовых нитях, разное расположение локомотивных катушек по отношению к рельсам, а также изменение магнитной связи между катушками и рельсами при проходе локомотивом изолирующих стыков.

Кроме этого, источниками помех могут быть внешние магнитные поля от токов ЛЭП, намагниченность рельсов, магнитные поля от тяговых токов в корпусе и осях локомотива. Эти причины, теоретически почти не исследованы, поэтому возникающие под их воздействием помехи весьма сложно оценить.

Наиболее изучен механизм возникновения помех при прохождении изолирующих стыков. Как правило, при этом искажается одна или две кодовые комбинации, что всегда фиксируется при измерении параметров кодов АЛСН вагонолабораторией МИКАР. Также при его работе выявляются и регистрируются на осциллограммах помехи, возникающие от воздействия магнитных полей.

Вопросам измерения асимметрии тягового тока специалисты СЦБ всегда уделяли большое внимание, так как по этой причине возникают импульсные помехи, приводимые к сбоям АЛСН. Однако неоднократные попытки измерить эту асимметрию с подвижного состава никаких положительных результатов не принесли [1].

Для оценки асимметрии тягового тока на участках с тягой переменного тока напряжения измеряются на отдельных катушках над каждым рельсом. Коэффициент асимметрии определяется как отношение модуля разности этих напряжений к их сумме. Однако, при этом не учитывается асимметрия участков «рельс-катушка», которая возникает из-за разной высоты подвески катушек. Эта асимметрия появляется при движении локомотива и влияет на величину измеряемого напряжения на катушках так же, как и асимметрия тягового тока в рельсовой цепи. При каждом техническом осмотре локомотива в депо согласно Инструкции ЦТ-ЦШ-659 проводится симметрирование катушек. Однако при движении локомотива за счет перемещения кузова на участке «рельс-катушка» возникает асимметрия, которая не учитывается при измерении асимметрии тягового тока с подвижного состава. Для учета и оценки асимметрии как рельсовой цепи, так и участков «рельс-катушка» предлагается использовать общий коэффициент асимметрии в канале АЛСН:

$$K_{ac} = K_{apc} + K_{apk},$$

где  $K_{apc}$  — коэффициент асимметрии рельсовой цепи, по модулю равный общепринятому коэффициенту асимметрии тягового тока, но определяемый с учетом знака, т. е.

$$K_{apc} = (I_1 - I_2) / (I_1 + I_2),$$

# ОЦЕНКА ПРИЧИН ПОМЕХ В КАНАЛЕ АЛСН ОТ ТЯГОВОГО ТОКА

Известно, что сбои в АЛСН появляются под воздействием одной или сразу нескольких помех, в том числе и вызываемых асимметрией тягового тока в рельсовых нитях. Для поиска мест с повышенной асимметрией соответствующие измерения во всех рельсовых цепях наиболее

эффективно выполнять с подвижного состава, используя мобильные устройства измерения асимметрии тягового тока. Прежде чем разрабатывать мобильное устройство, необходимо определить причины помех в канале АЛСН и ввести параметры их оценки.

где  $I_1, I_2$  — токи в рельсовых нитях;  $K_{арк}$  — коэффициент асимметрии локомотивных катушек по отношению к рельсам.

Коэффициент  $K_{арц}$  определяется суммой продольной и поперечной асимметрии рельсовой цепи:

$$K_{арц} = K_{прод} + K_{попер}.$$

Продольная асимметрия рельсовой цепи обусловлена неравенством суммарных сопротивлений токопроводящих стыков. В коротких рельсовых цепях ее величина в значительной степени зависит от соотношения сопротивлений длинных и коротких дроссельных перемычек и переходных сопротивлений в местах их крепления к дроссель-трансформаторам и рельсам.

Поперечная асимметрия рельсовой цепи возникает из-за неисправности заземлений опор контактной сети, подключенных к рельсовым нитям.

Следует отметить, что коэффициент  $K_{арц}$  зависит от места расположения локомотивных катушек относительно рельсовой цепи, ее параметров, типа тяги, координаты места нарушения симметрии и других факторов. При этом все коэффициенты определяются с учетом знака и могут изменяться в пределах от нуля до  $\pm 100\%$ . Координата места нарушения симметрии определяется во время движения вагона-лаборатории вдоль рельсовой цепи и измерения  $K_{арц}$ . Знак этого коэффициента зависит от того, в какой рельсовой нити

(правой или левой) происходит нарушение симметрии.

Коэффициент  $K_{арк}$  оценивает асимметрию, возникающую вследствие разной высоты подвески катушек над рельсами, а также разницу электрических параметров. Как правило, эти величины проверяются в депо, но при движении локомотива, особенно в кривых, они меняются и, соответственно,  $K_{арк}$  может изменяться в пределах от нуля до  $\pm 30\%$ . Эта асимметрия и является одной из основных причин сбоев АЛСН, особенно на кривых участках пути [2].

Важно отметить, что коэффициенты  $K_{арц}$  и  $K_{арк}$  могут иметь разные знаки и значение  $K_{ас}$  может быть меньше или больше любой из этих величин. Очевидно, коэффициенты  $K_{арц}$  и  $K_{арк}$  можно использовать для точной оценки источника помехи от тягового тока при асимметрии.

Основной задачей, с которой сталкиваются специалисты СЦБ при обслуживании рельсовых цепей с повышенной асимметрией — выявление места сбоя АЛСН и причины возникновения помехи. Для ее решения сотрудниками МГУПС разработана специальная методика определения и оценки причин помех под влиянием тягового тока. В соответствии с ней с вагона-лаборатории или локомотива во время движения измеряется асимметрия тягового тока в рельсовых цепях, определяются координаты заземлителей или стыков с сопро-

тивлениями, не соответствующими нормам. При этом одновременно измеряется асимметрия локомотивных катушек по отношению к рельсам, что является основной причиной сбоев АЛСН в кривых, а также регистрируются коэффициенты асимметрии вдоль пути следования локомотива. Значения  $K_{арц}$  и координаты рельсовых цепей, где нарушена симметрия, в дальнейшем предполагается передавать в дистанцию СЦБ для устранения причин асимметрии.

Разработанная методика может применяться на участках с тягой постоянного и переменного токов. При этом точность измерения коэффициентов асимметрии определяется точностью применяемых измерительных приборов.

Для реализации предлагаемой методики сотрудники МГУПС создали специальное мобильное устройство, позволяющее одновременно измерять коэффициенты асимметрии рельсовых цепей и участков «рельс-катушка» при движении по всем рельсовым цепям.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Трёпшин В. Ф. Измерение параметров рельсовых цепей из вагона-лаборатории. Уралжелдоравтоматика (ВНИИЖТ) — Уральское отделение. Екатеринбург, 2007 г., с. 28–31.
2. Петренко Ф. П., Карнаухова А. С. Причина сбоев АЛСН установлена. Автоматика, связь, информатика. 2008 г., № 2, с. 26–28.



**Л.М. ЖУРАВЛЕВА,**  
доцент МГУПС, канд. техн. наук

# НАНОТЕХНОЛОГИИ В ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

**Широкое внедрение в информационные сети волоконно-оптических линий связи является следствием огромных преимуществ передачи сообщений с помощью света. Однако высокоскоростные (до 25 Тбит/с) возможности "волокна" пока еще мало реализованы из-за отсутствия соответствующих приемо-передающих устройств. Нужны иные, отличные от существующих, средства передачи и обработки информации, обеспечивающие минимальные потери мощности, повышенное быстродействие, высокую степень интеграции элементов.**

■ Эти обстоятельства послужили толчком к интенсивному развитию технических средств волоконно-оптической связи и широкому внедрению новых типов волноводов на основе фотонно-кристаллического волокна (ФКВ). Наметились тенденции к объединению электронных и оптических устройств в единые структуры – так называемые опто-электронные интегральные схемы, построенные на низкоразмерных кристаллах, достигающих лишь нескольких нанометров. Таким образом, на смену микроэлектронике приходит наноэлектроника.

Повышение эффективности оптических устройств неразрывно связано с технологией их производства. Несмотря на то что в этом направлении наука достигла значительных результатов, имеются серьезные технологические ограничения для их серийного производства, связанные с обеспечением точности совмещения отдельных элементов, чистоты материалов и другими специфическими особенностями нанотехнологий. В настоящее время можно говорить лишь о перспективе преодоления отечественной и зарубежной технологиями границы в 45 нм к 2010 г. [1].

В этом смысле ядерные технологии имеют широкую перспективу. Ведь и в нашей стране, и за рубежом устройства микроэлектроники (кремниевые микропроцессоры) более 40 лет производят путем ядерного легирования с помощью нейтронов. Современные ядерные технологии достигли больших ус-

пехов в изготовлении полупроводников высочайшего качества. Так, с помощью источников нейтронов, в том числе и ядерных реакторов, можно обеспечить точность изготовления элементов наноэлектроники  $\pm 5$  нм. И поэтому ядерные технологии – это нанотехнологии, с помощью которых можно производить высокоэффективные средства оптической связи.

Технический эффект от нейтронного облучения заключается в изменении изотопного состава исходного материала, например диоксида кремния (стекла), и формировании более плотных слоев (сердцевины волокна и фотонных кристаллов в оболочке ФКВ) из тяжелых изотопов кремния [2]. Функционально эта операция аналогична легированию – добавлению в исходный материал другого элемента. Однако в этом случае при изготовлении ФКВ не требуются дополнительные операции и химические элементы. Струк-

тура ФКВ показана на рис. 1, а, процесс нейтронного облучения ФКВ – на рис. 1, б.

С помощью нейтронного облучения можно формировать одно-, двух-, трехмерные фотонные кристаллы, которые находят применение не только в волноводной технике. Так, среди наиболее перспективных приложений ядерного направления нанотехнологий можно отметить изготовление полупроводниковых лазеров, фотодетекторов, устройств хранения информации на низкоразмерных структурах. Это структуры, у которых один (квантовые ямы), два (квантовая проволока) или все три (квантовые точки) размера соизмеримы с длиной волны де Бройля для электрона в твердом теле.

Для создания таких структур особое значение имеют гетеропереходы, т. е. переходы между двумя полупроводниками, имеющими разные величины запрещенных зон  $E_g$ . Раз-

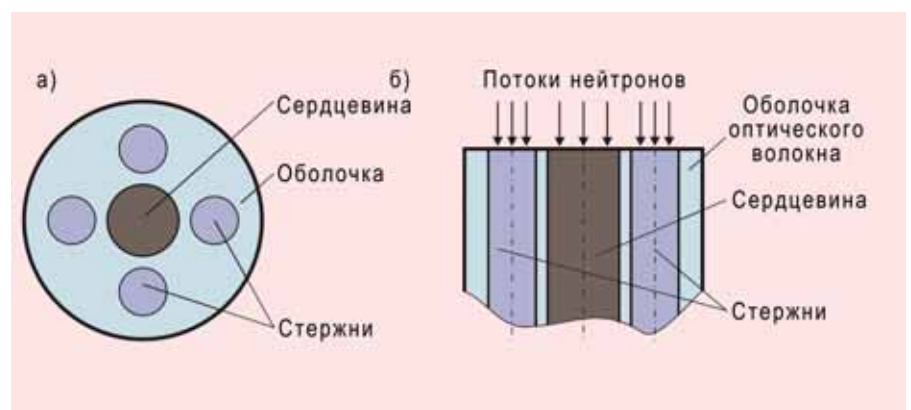


РИС. 1



ница значений запрещенных зон  $\Delta E_3$ , составляющая  $10^{-1}$  эВ, позволяет формировать квантовые структуры. Если энергия электрона  $E_3 < \Delta E_3$ , то он удерживается в связанном состоянии внутри квантовой структуры. Из решений уравнения Шредингера для волновых функций электрона в одномерной потенциальной яме вытекает вывод, что, независимо от того, насколько мало значение  $\Delta E_3$ , всегда можно найти хотя бы одно связанное состояние электрона внутри квантовой структуры [3].

значения порогового тока и другие улучшенные характеристики (рис. 2, б). Естественно, реально создаваемые квантовые структуры не могут быть избавлены от дисперсии размеров и других дефектов, поскольку технология их производства еще не отработана. В связи с этим эффекты изменения энергии связи экситона пока практически не используются, за исключением изготовления лазеров. Следовательно, развитие нанотехнологий для производства

возможность проявления квантовых эффектов сохраняется.

В зависимости от размеров облучателей и их расположения можно формировать в заготовке одно-, двух- и трехмерные квантовые структуры. Для этого один или два размера облучаемого пятна должны соответствовать формируемым элементарным структурам фотонного кристалла. В результате облучения, например торцевой части заготовки, будут образовываться горизонтальные или вертикальные (или те и

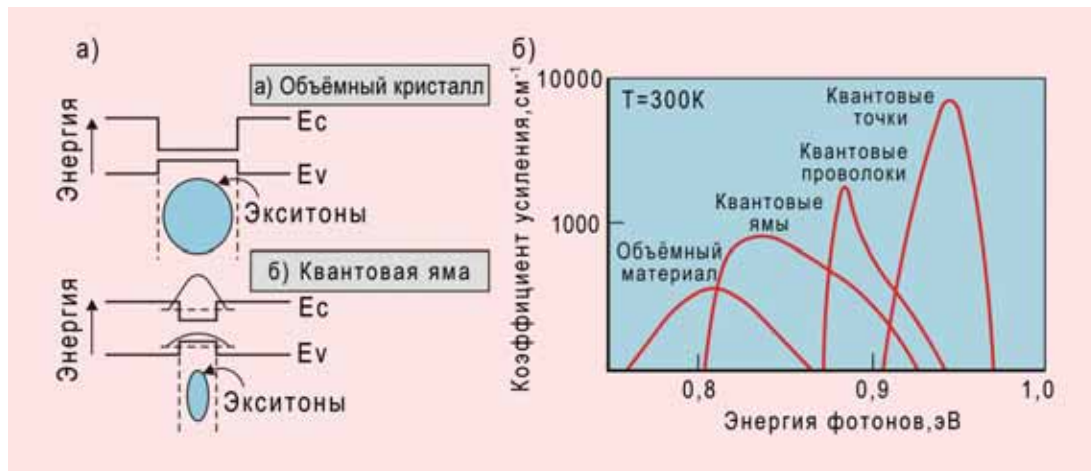


РИС. 2

Это свойство низкоразмерных структур можно использовать, например, для возбуждения экситонов (квазичастиц, состоящих из электронно-дырочных пар, связанных между собой кулоновской силой притяжения. Как у атома водорода единственный электрон вращается вокруг ядра, так и у экситона положительно заряженная «дырка» – это ядро, вокруг которого вращается связанный с «дыркой» электрон). По мере уменьшения ширины квантовой ямы, экситоны постепенно сжимаются (рис. 2, а), в результате чего возрастает кулоновское взаимодействие. При ширине ямы в 3–4 нм энергия связи экситона достигает максимума (она примерно втрое превышает значение для объемного материала с размерами более 100 нм). Это позволяет возбуждать экситоны в квантовых ямах даже при комнатной температуре.

Доказано, что эффект локализации экситона действует еще сильнее в квантовых проволоках и точках. Лазеры на квантовых объектах имеют более высокие коэффициенты усиления, малые

квантовых структур является весьма актуальной задачей.

Как уже упоминалось, изготовление оптических волноводов и оптоэлектронных устройств основывается на изменении изотопного состава исходного материала посредством нейтронного облучения. Предлагается для формирования квантовых структур использовать гомопереходы на основе изотопной структуры исходного материала, например кристаллического кремния. Известно, что разные изотопы отличаются друг от друга размером ядра, коэффициентом преломления, диэлектрической проницаемостью, величиной ядерного спина, значением запрещенной зоны и др.

Возможность использования нейтронного пучка для образования внутри однородной заготовки более плотных объемов объясняется свойствами нейтронов и реакциями поглощения нейтронов ядрами вещества [4]. Так, изотопы кремния  $^{28}\text{Si}$  в кристалле или стекле переходят в изотопы  $^{29}\text{Si}$  и  $^{30}\text{Si}$ . Хотя величина потенциального барьера  $\Delta E$  в этом случае будет на два порядка меньше, чем для гетеропереходов,

другие) полосы с повышенным содержанием тяжелых изотопов, разделенных между собой необлученными слоями с естественной концентрацией изотопов.

Подводя итог, следует отметить, что внедрение нанотехнологий, в частности ядерных технологий, будет способствовать совершенствованию оптических устройств различного назначения, позволит достигнуть максимальных возможностей средств передачи и обработки информации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чаплыгин Ю. А. Нанотехнология в электронике. М.: Техносфера, 2005. 446 с.
2. Журавлева Л. М., Плеханов В. Г. Способ изготовления оптического волокна, патент РФ № 2302381 от 09.12.2005 г.
3. Мартинес-Дуарт Дж., Мартин-Руеда Р. Дж. Нанотехнология для микро- и оптоэлектроники. М.: Техносфера, 2007. 367 с.
4. Мухин К. Н. Экспериментальная ядерная физика, т. 2. С.-П., М.: Лань, 2008. 318 с.



Г.И. ПРОКОФЬЕВА,  
советник генерального  
директора ЦНИИС

## НОВЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ВЫБОРЕ ОПЕРАТОРА

На фиксированной телефонной сети связи общего пользования выполнена техническая реализация двух вариантов выбора абонентом оператора, оказывающего услуги междугородной и международной телефонной связи при автоматическом способе установления соединения: предварительный выбор, выбор при каждом вызове.

■ Первый вариант предусматривает предварительную подачу абонентом заявки оператору местной связи на выбор конкретного оператора междугородной, международной связи. Второй вариант предусматривает получение от абонента оператором местной связи дополнительной информации о своем волеизъявлении на выбор оператора междугородной, международной связи при каждом вызове.

При технической реализации варианта **предварительного выбора** в оборудовании местной сети для идентификации оператора междугородной, международной связи используется одна из девяти категорий пользовательского оборудования («1–9»). Эти категории записаны в аппаратуре автоматического определения номера (АОН) оконечной станции местной сети для каждого оконечного пользовательского оборудования.

По заявке абонента (пользователя) на предварительный выбор оператора междугородной, международной связи в АОН местной станции данному пользователскому оборудованию в соответствии с желанием абонента присваивают категорию, идентифицирующую выбранного оператора междугородной, международной связи («1–9»), вне зависимости от первоначальной категории абонентского оборудования.

Предварительный выбор освобождает пользователя от набора дополнительной информации при установлении междугородного, международного соединения, т. е. набор остается прежним, как до предоставления права выбора: при междугородном соединении – **8 ABC X<sub>1</sub> – X<sub>7</sub>**, при международном соединении – **8 10 N<sub>мн</sub>**. Здесь: 8 – национальный префикс, ABC – код зоны нумерации абонента фиксированной телефонной связи, X<sub>1</sub>–X<sub>7</sub> – номер абонента в зоне нумерации, N<sub>мн</sub> – международный номер абонента в стране назначения.

При установлении междугородного, международного соединения от местной станции на зональный узел связи субъекта РФ наряду с набранным номером вызываемого абонента из АОН поступает информация о номере вызывающего абонента и категории абонентского оборудования, которая указывает на предварительный выбор соответствующего оператора между-

городной, международной связи. Дальнейшая маршрутизация осуществляется зональным узлом в соответствии с полученной информацией.

Если при наборе междугородного или международного номера абонент, заявивший о предварительном выборе, решил воспользоваться услугами другого оператора, набрав дополнительную информацию, как при втором варианте, станция местной сети выдаст абоненту сигнал «занято».

При технической реализации другого варианта – **выбора оператора при каждом вызове** – оконечному оборудованию абонента местной станции присваивается категория 0 вне зависимости от того, какой она была первоначально. Эта категория является признаком варианта «выбор при каждом вызове».

В этом случае, устанавливая междугородное или международное соединение, абонент (пользователь), дополнительно перед номером вызываемого абонента должен набрать двухзначный код оператора междугородной (XU<sub>мг</sub>) или международной (XU<sub>мн</sub>) связи, услугами которого он хочет воспользоваться. Эти коды XU<sub>мг</sub> и XU<sub>мн</sub> служат для идентификации оператора оборудованием сети. При этом план набора номера для абонента будет: при междугородном соединении – **8 - XU<sub>мг</sub> ABC X<sub>1</sub> – X<sub>7</sub>**, при международном соединении – **8 - XU<sub>мн</sub> N<sub>мн</sub>**.

От станции местной сети на зональный узел передается информация, набранная абонентом: двухзначный код оператора и номер вызываемого абонента, а из аппаратуры АОН станции местной сети – информация о номере вызывающего абонента с категорией абонентского оборудования 0. Если при этом вызывающий абонент забудет набрать код XU<sub>мг</sub> или XU<sub>мн</sub>, зональный узел выдаст на местную сеть команду «разъединение», и абоненту поступит сигнал «занято».

Правилами оказания услуг местной, внутризоновой, междугородной и международной телефонной связи предусмотрен лишь один из двух вариантов выбора оператора междугородной, международной связи и только для абонентов фиксированной связи. Исключен выбор для абонентов сетей подвижной связи, а также он не предусмотрен для абонентов фиксированной связи при вызове ими абонентов сетей подвижной

связи или при выходе на услуги с кодами доступа «КДУ».

Это связано с тем, что в большинстве субъектов Российской Федерации телефонные сети аналоговые и аналого-цифровые. Более половины коммутационного оборудования этих сетей представлено декадно-шаговыми и координатными станциями или цифровыми системами с возможностью приема информации от пользователя не более 18 знаков.

Для организации предварительного выбора на станциях местной или зоновой сети должна быть абонентская база данных для хранения кода оператора междугородной, международной связи, которого выбрал абонент (пользователь). При существующей аналого-цифровой сети сделать это повсеместно не представлялось возможным. Было принято решение для идентификации операторов междугородной, международной связи использовать категории абонентского (пользовательского) оборудования: «1–9» – для предварительного выбора, «0» – при каждом вызове, как менее затратное. Предполагали, что количество операторов междугородной, международной связи не превысит девяти.

Реализация выбора при каждом вызове требует набора дополнительных знаков, что, однако, сопряжено с ограничением в приеме номера более 18 знаков существующим оборудованием сети связи. Чтобы сократить число знаков, набираемых абонентом (пользователем) при выборе оператора при каждом вызове, особенно при международном соединении, был выделен код  $XU_{MH}$ , который заменил префикс международной связи («10»), так как  $XU_{MH}$  уже идентифицирует международный вызов. При таком решении значность набираемого абонентом (пользователем) номера при международном соединении не изменилась по сравнению с предварительным выбором.

Таким образом реализована процедура выбора оператора междугородной, международной связи способами «предварительный выбор» и «выбор при каждом вызове» пользователями телефонной сети связи общего пользования. Тем не менее необходимо отметить, что использование категорий абонентского оборудования в качестве идентификации операторов связи («1–9») при предварительном выборе и категории («0»), как признака выбора при каждом вызове, привело к нарушению процедуры обслуживания вызовов на сетях связи общего пользования. Ведь категории абонентского оборудования предназначались для различных видов обслуживания вызовов на сетях связи:

- 1 – разрешена местная, внутризоновая, междугородная, международная связь;
- 2 – вызовы из гостиниц с выходом на внутризоновые, междугородные и международные сети;
- 3 – разрешена только местная связь;
- 4 – вызов, имеющий приоритет в обслуживании на внутризоновой, междугородной и международной сетях и т.д.

Отсутствие этих признаков в передаваемой информации из АОН при установлении соединений привело к серьезным трудностям, с которыми столкнулся технический персонал при эксплуатации сети.

Способ выбора при каждом вызове потребовал для

$XU_{MG}$  и  $XU_{MH}$  назначения 200 кодов «АВС» из резерва нумерации междугородных кодов 2-й и 5-й сотен для идентификации девяти операторов.

Однако число операторов, имеющих лицензию на услуги междугородной, международной связи, уже перевалило за 30, и они из-за ограниченности ресурса не могут получить код сети междугородной, международной связи. В связи с этим возникла необходимость в разработке новых подходов для решения выбора оператора междугородной, международной телефонной связи.

Страны Европы и Америки используют для этой цели рекомендации СЕРТ (Conference of European Posts and Telegraphs), которые выполнимы только на сетях с цифровым оборудованием. Реализовать их на аналоговом оборудовании практически невозможно.

В рекомендациях СЕРТ предлагается использовать префикс выбора оператора при способе «выбор при каждом вызове», состоящий из двух составляющих – кода доступа (КД) и кода оператора связи (КО).

Первый означает для сети, что пользователь будет выбирать оператора междугородной, международной связи при каждом вызове. Второй идентифицирует собой соответствующего оператора связи. Значность составляющих префикса выбора оператора (КД и КО) в разных странах разная. Она определяется рядом сетевых особенностей: количеством операторов междугородной, международной связи, системой нумерации (открытая, закрытая), ресурсом нумерации и др.

Предварительный выбор оператора связи может быть реализован с помощью баз данных, организованных на сетях связи, в которых записывается код выбранного абонентом оператора междугородной, международной связи.

Анализ международного опыта показывает, что добиться увеличения количества кодов для операторов связи возможно лишь посредством увеличения значности префикса выбора. При этом необходимо определить тот оптимум, который учитывает ресурс нумерации, удобство для пользователя, возможность увеличения количества операторов и др.

Предложено несколько вариантов формирования префикса выбора оператора для России. Рассмотрим некоторые из них.

**Вариант 1.** Однозначный код доступа (К) и два двухзначных кода оператора  $XU_{MG}$  – для междугородной и  $XU_{MH}$  – международной связи. Префикс выбора оператора при междугородном соединении –  $K XU_{MG}$ , а при международном –  $K XU_{MH}$ .

Набор от пользователя будет:

междугородный –  $P_{HAZ} K XU_{MG} N_{HAZ}$ ,

международный –  $P_{HAZ} K XU_{MH} N_{MH}$ .

В этом варианте разделение значения кода оператора для междугородной или международной связи позволяет исключить набор префикса международной ( $P_{MH}$ ) или междугородной ( $P_{MG}$ ) связи, так как  $XU_{MH}$  и  $XU_{MG}$  уже свидетельствуют об этом.

Трехзначный префикс выбора оператора  $K XU_{MG(MH)}$  позволяет увеличить число операторов междугородной и международной связи до 50 каждой, при этом из резерва нумерации изымаются 100 междугородных кодов.



Вариант неудобен тем, что пользователь должен помнить разные коды для разных соединений.

**Вариант 2.** Однозначный код доступа (К) и один двухзначный код оператора (ХУ) для междугородной и международной связи. Префикс выбора оператора К ХУ.

Набор от пользователя:

$\begin{matrix} \text{П}_{\text{НАЦ}} & \text{К} & \text{ХУ} & \text{П}_{\text{НАЦ}} & \text{N}_{\text{НАЦ}} \\ \text{П}_{\text{НАЦ}} & \text{К} & \text{ХУ} & \text{П}_{\text{МН}} & \text{N}_{\text{МН}} \end{matrix}$

В этом варианте по сравнению с предыдущим пользователь в зависимости от соединения повторно набирает префикс  $\text{П}_{\text{НАЦ}}$  или  $\text{П}_{\text{МН}}$ .

На сети связи могут быть уже до 100 операторов, однако из резерва нумерации изымаются также 100 междугородных кодов, а для пользователя лишь немного меняется формат набора номера.

**Вариант 3.** Двухзначный код доступа (КД) и два двухзначных кода идентификации оператора связи для междугородной ( $\text{ХУ}_{\text{МГ}}$ ) и международной ( $\text{ХУ}_{\text{МН}}$ ) связи. Префикс выбора оператора – КД  $\text{ХУ}_{\text{МГ}}$ , КД  $\text{ХУ}_{\text{МН}}$ .

Набор от пользователя:

$\begin{matrix} \text{П}_{\text{НАЦ}} & \text{КД} & \text{ХУ}_{\text{МГ}} & \text{N}_{\text{НАЦ}} \\ \text{П}_{\text{НАЦ}} & \text{КД} & \text{ХУ}_{\text{МН}} & \text{N}_{\text{МН}} \end{matrix}$

Третий вариант похож на первый, но отличается четырехзначным префиксом выбора. При этом из резерва нумерации изымаются лишь 10 междугородных кодов или коротких номеров.

**Вариант 4.** Двухзначный код доступа и один двухзначный код оператора связи для междугородного и международного вызовов. Префикс выбора оператора связи – КДХУ.

Набор от пользователя:

$\begin{matrix} \text{П}_{\text{НАЦ}} & \text{КД} & \text{ХУ} & \text{П}_{\text{НАЦ}} & \text{N}_{\text{НАЦ}} \\ \text{П}_{\text{НАЦ}} & \text{КД} & \text{ХУ} & \text{П}_{\text{МН}} & \text{N}_{\text{МН}} \end{matrix}$

Этот вариант аналогичен второму, но как и третий является ресурсосберегающим, более удобным для пользователя.

Принято решение применять для повсеместного использования четвертый вариант. Этот выбор мотивирован следующими предпосылками:

перспективой развития сети связи общего пользования – на смену аналоговому приходит цифровое оборудование и новые технологии;

ресурсосбережением – из ресурса нумерации используется только 10 коротких номеров и не затрачивается ресурс междугородных кодов;

существенным увеличением числа операторов междугородной, международной связи (до 100);

высвобождением категорий абонентских устройств, благодаря чему они возвращаются к выполнению своих прежних функций.

В качестве КД на сетях связи России предлагается использовать число 15 ( $\text{КД}=15$ ), которое в коротких номерах не задействовано.

Новый принцип выбора оператора междугородной, международной связи при каждом вызове предполагается вводить параллельно с действующим вариантом. Как уже отмечалось, организация баз данных и прием информации повышенной значности возможны только на цифровых станциях, поэтому новый вариант будет реализован на всех вводимых цифровых станциях, а также на тех действующих станциях, где это технически возможно.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ



**А.В. МАРЦИНКОВСКАЯ,**  
доцент МГУПС,  
канд. эконом. наук

■ В рамках инвестиционной программы ЦСС намечены работы по реконструкции первичной, вторичной и общетехнологической сетей; кабелирование воздушных линий; модернизация технологической радиосвязи и системы магистральной связи совещаний 1-го уровня. Программой предусмотрены также разработка и реализация проектов по приведению основных производственных фондов в соответствие с действующим законодательством в области связи и обеспечения информационной безопасности. Требования закона «О связи» обязывают Центральную станцию связи, как оператора, создать на сети ОАО «РЖД» системы: управления сетями связи, обработки данных для учета стоимости разговоров, тактовой сетевой синхронизации, обеспечения розыскных мероприятий и информационной безопасности.

Определим затраты на реализацию инвестиционной программы ЦСС. По упомянутой методике капитальные вложения структурируются по элементам затрат и рассчитывается каждый из этих элементов. Воспользуемся номенклатурой оборудования и работ, необходимых для реализации проектов.

Введем понятие «универсальной единицы связи». Это – типовой элемент, на базе которого формируется архитектура строящегося объекта. В качестве универсальной единицы связи принято количество оборудо-



# НА ИНВЕСТИЦИОННУЮ ПРОГРАММУ ЦСС

Инвестиционная программа Центральной станции связи представляет собой комплекс проектов по строительству, модернизации, реконструкции и переоснащению объектов инфраструктуры хозяйства связи и вычислительной техники в 2009–2015 гг. Результатом их реализации будет построение слаженно функционирую-

щей сети связи, готовой предоставлять технологические и коммерческие услуги в рамках единого информационного пространства. Для определения объема инвестиционных средств на реализацию запланированных мероприятий разработана соответствующая методика. Рассмотрим основы этой методики.

дования j-го вида, минимально необходимое для оснащения участка железнодорожной линии длиной 100 км средствами телекоммуникаций. Например, при строительстве сетей связи первого уровня на 100-километровом участке оборудование будет состоять из 100 км кабеля, 11 комплектов систем передачи уровня STM-1

и столько же комплектов оборудования электропитания к ним, 22 единиц оборудования гибкого мультиплексирования (ОГМ).

Структура инвестиционных затрат на строительство сети связи ОАО «РЖД» представлена на рисунке. Величина потребных инвестиций на строительство систем

Таблица 1

Наименование оборудования	Количество универсальных единиц							Стоимость оборудования от поставщиков, тыс. руб.		
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	«Транс-связьпо-ставка»	«Поли-альтекс»	«Пульсар»
Волоконно-оптический кабель	24	24	25	28	29	40	43	20 000	20 000	20 000
Медножильный кабель	23	19	20	25	28	6	–	33 500	33 500	33 500
SDH уровня STM-1	24	24	25	28	29	40	43	38 500	38 500	38 500
Оборудование электропитания к STM-1	24	24	25	28	29	40	43	2750	2750	2750
Коммутационные станции ОТС	140	271	278	302	302	379	409	4250	4250	4250
Локомотивные радиостанции	9240	8402	7602	7602	7602	18 428	11 794	245	245	245
Стационарные радиостанции	3455	3455	3455	3455	3455	3455	3455	170	170	170
Носимые радиостанции	23 474	23 474	23 474	23 474	23 474	23 474	23 474	20	20	20
Устройства транспортного узла ЕСМА	700	800	800	700	700	600	500	230	225	225
Сервер для ЕСМА	33	33	33	32	32	32	32	258	260	260
АРМ для ЕСМА	104	103	103	103	103	103	103	23	113	113
Многофункциональный диагностический комплекс	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	28	120	120
Устройство сопряжения с ЕСМА	33	33	33	32	32	32	32	28	250	250
АРМ системы обработки данных с функцией управления	80	80	80	–	–	–	–	105	105	105
То же, без функции управления	250	250	250	–	–	–	–	105	105	105
Устройство конверторов интерфейсов и буферов	3400	3400	3400	–	–	–	–	32	32	32
Блок тактовой сетевой синхронизации	900	879	832	–	–	–	–	145	145	145
СОИБ систем ЕСМА	20	20	20	45	45	39	38	85	85	85
СОИБ АРМ ЕСМА (администратор)	20	20	20	45	45	39	38	23	23	23
СОИБ АРМ ЕСМА (оператор)	56	56	56	102	102	114	20	–	12	12
СОИБ АРМ АСР (администратор)	100	80	60	–	–	–	–	12	23	23
СОИБ АРМ АСР (оператор)	300	250	200	–	–	–	–	12	12	12

Таблица 2

Комплекс работ по телекоммуникационному оборудованию ЦСС ОАО «РЖД»	$K_{\text{смп}}^t, \%$
Оборудование ОТС	106,70
Мультиплексорное оборудование	104,90
Оборудование синхронизации	107,20
Кабельная линия связи	106,70
ВОЛС в трубопроводе	109,10
ВОЛС на опорах	110,70

связи ОАО «РЖД» складывается из затрат на оборудование и затрат на строительно-монтажные работы.

**Затраты на оборудование** ( $C_{\text{об}}$ ) включают в себя стоимость аппаратного и программного обеспечения, а также проектно-изыскательских работ (ПИР). Они рассчитываются с учетом всех условий и элементов (инфляционных индексов, факторов риска и др.) по формуле:

$$C_{\text{об}} = \sum_{t=0}^t (N_j^t C_{\text{об}}^n + C_{\text{по}}^t) \cdot (1 + R_{\text{инф}})^t \cdot K_{\text{пир}} S_{\text{об}},$$

где  $N_j^t$  – минимальное количество универсальных единиц оборудования j-го вида, необходимых для строительства объекта в t-м году. Потребное количество оборудования на период 2009–2015 гг. приведено в табл. 1;

$C_{\text{об}}^n$  – первоначальная стоимость j-го оборудования. За основу взята цена поставщиков оборудования связи и вычислительной техники ОАО РЖД «Транс-связьпоставка», «Полиальтекс», «Пульсар» в 2008 г. на условиях поставки франко со склада в Москве. Стоимость оборудования, приведенная к универсальной единице, представлена в табл. 1;

$C_{\text{по}}^t$  – стоимость программного обеспечения для j-го вида оборудования в t-м году;

$R_{\text{инф}}$  – коэффициент индексации стоимости оборудования с учетом инфляционного прогноза Минэкономразвития;

t – очередность расчетного года в рассматриваемом периоде: для 2009 г. t=1, для 2010 г. t=2 и т. д.;

$K_{\text{пир}}$  – коэффициент, учитывающий затраты на проектно-изыскательские работы из расчета их средней стоимости в телекоммуникационных проектах-аналогах в соответствии с проектно-сметной документацией. Статистические данные 2007–2008 гг. подрядных проектных организаций «Гипротрансигналсвязь», «Строй-желдорпроект» и других показывают, что эти работы в общей стоимости проекта составляют 5,01 %;

$S_{\text{об}}$  – средний размер скидки на оборудование, по данным 2008 г. составивший 5 %.

**Затраты на строительно-монтажные работы** ( $C_{\text{смп}}$ ) рассчитываются с учетом всех специфических условий производства работ, их видов, районного и временного факторов:

$$C_{\text{смп}} = \sum_{t=0}^t (N_j^t C_{\text{смп}}^n + K_{\text{смп}}^t S_{\text{смп}} K_p),$$

где  $N_j^t$  – количество универсальных единиц оборудования j-го вида в t-м году, по которым необходимо произвести строительно-монтажные работы (СМР);

$C_{\text{смп}}^n$  – стоимость СМР по j-му виду оборудования. Известно, что планирование стоимости СМР подразделениями ОАО «РЖД» должно осуществляться в соответствии с прогнозом, построенным на основе анализа ежеквартальной динамики «Индексов пересчета сметной стоимости строительно-монтажных, ремонтно-строительных работ и оборудования к ценам 2000 г. на специализированные виды и комплексы работ по объектам железнодорожного транспорта», утвержденных первым вице-президентом ОАО «РЖД»;

$K_{\text{смп}}^t$  – индекс пересчета сметной стоимости строительно-монтажных, ремонтно-строительных работ и оборудования к ценам 2000 г. на специализированные виды и комплексы работ по объектам железнодорожного транспорта на 2008–2015 гг. (табл. 2);

$S_{\text{смп}}$  – скидки подрядных организаций на СМР, в среднем составляющие 5 %. Анализ скидок проводил-

ся на основании данных, полученных от постоянных и потенциальных контрагентов ОАО «РЖД»;

$K_p$  – индекс корректировки стоимости СМР в зависимости от региона работ: для Восточно-Сибирской и Дальневосточной дорог – 1,1, Забайкальской – 1,05, Сахалинской – 1,2, для остальных – 1.

Следует отметить, что при расчете инвестиционных затрат использовались данные прогноза инфляционных ожиданий, роста цен на товары и оборудование, изменение реальной заработной платы в соответствии с прогнозом Минэкономразвития РФ. При этом рассмотрены два варианта: в первом учтен размер инфляции, составляющий 6,4 %, во втором – учтены последствия финансово-экономического кризиса, и размер инфляции принят равным 11 %.

Результаты расчетов показали, что с учетом размера инфляции объем затрат на реализацию инвестиционной программы по строительству, модернизации и реконструкции объектов инфокоммуникаций ОАО «РЖД» с 2009 по 2015 г. может составить от 106,5 млрд. руб. до 120,6 млрд. руб.

Реализация инвестиционной программы ЦСС ОАО «РЖД» открывает новые возможности для эффективного решения основных задач железнодорожного транспорта. Так, повышение уровня цифровизации позволяет реализовать программы ресурсосбережения путем снижения эксплуатационных расходов на содержание систем связи, повысить производительность труда, улучшить качество выполняемых работ.

Решение проблемы информатизации железнодорожного транспорта позволит предоставить информационное обеспечение перевозчикам и грузоотправителям, создать отраслевую базу данных, а также улучшить информационные услуги пассажирам. Оптимизация систем управления за счет точного определения местонахождения подвижных объектов повысит оперативность и адаптивность систем управления к условиям железнодорожных линий разных категорий.

При использовании программы достигается оптимизация грузовых перевозок с использованием средств маркировки грузов, благодаря чему происходит упрощение погрузочно-разгрузочных работ, повышается надежность доставки грузов, появляется возможность контроля груза в пути.

Расширяется спектр дополнительных услуг пассажирам, благодаря чему увеличивается коммерческая отдача и повышается конкурентоспособность пассажирских перевозок. К числу таких услуг относятся: дистанционное бронирование и продажа билетов, предоставление информации по запросам, ведение телефонных переговоров в пути.





**С.О. БОГУШЕВИЧ,**  
начальник лаборатории  
Челябинской дирекции связи

В конце 2008 г. в дирекции связи поступили для исполнения «Рекомендации по обеспечению противопожарной безопасности служебно-технических зданий и сооружений с кабельными коммуникациями связи» (в дальнейшем – рекомендации [1]). Это – важный документ и его достоинство в том, что в нем впервые собраны воедино разрозненные требования различных нормативных документов в области защиты объектов железнодорожной инфраструктуры от перенапряжений, возникающих в металлических элементах кабелей связи. Специалисты Челябинской дирекции связи, выполняя требования этого документа, обнаружили, что некоторые проблемы не нашли отражения в рекомендациях. Кроме того, часть технических требований по обеспечению пожарной безопасности оказалась в противоречии с требованиями эксплуатационной надежности кабелей связи. В первую очередь это относится к герметичности кабелей, их защите от коррозии блуждающими токами и воздействию контактной сети. А ведь по большинству кабелей связи организованы цепи, непосредственно отвечающие за безопасность движения поездов, и снижение их эксплуатационной надежности при выполнении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности недопустимо. И поэтому в сложившейся ситуации необходим поиск компромиссных решений.

# ЧТОБЫ ОБЕСПЕЧИТЬ ПОЖАРНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

## ОРГАНИЗАЦИЯ ВВОДА КАБЕЛЕЙ В СЛУЖЕБНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗДАНИЯ

■ Основная задача, рассматриваемая в рекомендациях, – предотвращение попадания высокого потенциала с металлических покровов кабелей связи (брони, оболочки) в служебно-технические здания. Достигается это двумя способами: ограничением длины металлических покровов, введенных в здание, и организацией надежного заземления покровов кабеля на вводе или перед ним. Идеальный вариант – исключение ввода металлических покровов кабеля в здание путем обустройства перед зданием кабельного приямка, в котором производится срез брони и ее заземление. При отсутствии приямка броня срезается и заземляется непосредственно после ввода в здание. Сейчас броня на кабелях снимается на всем их протяжении внутри здания.

С позиции пожарной безопасности необходимо также ограничить ввод металлической оболочки кабелей в здание. Можно использовать для этого пристенный шкаф, в котором цепи из кабеля с металлической оболочкой переходят в кабель без металлических покровов либо монтируется переходная муфта.

Следует отметить, что большая часть кабелей с металлическими оболочками содержится под избыточным воздушным давлением. На этих кабелях должны быть смонтированы газонепроницаемые муфты. Компрессорно-сигнальные установки для содержания кабеля под давлением располагаются, как правило, на постах ЭЦ в комнатах связи. На действующих постах перенос данных установок к точкам ввода кабеля крайне затруднителен. Прокладка

длинных воздухопроводов от установок к точкам ввода кабеля по общим с другими хозяйствами нишам, шахтам, кабельным подпольям снижает надежность кабелей. Таким образом, переход на кабель без металлической оболочки, по моему мнению, следует применять только на кабелях, по которым не организованы важные цепи связи и которые не содержатся под давлением.

Основным способом защиты от перенапряжений, возникающих в оболочке кабелей, должны быть изолирующие муфты, устанавливаемые перед вводом кабеля в здание (в приямке) или за ним, причем как можно ближе к точке ввода. Дело в том, что по возможности переноса опасных наводок в здание оболочка кабелей более опасна, чем броня. И вот почему. На старых кабелях отсутствует продольная целостность брони из-за ее коррозионных повреждений, коррозионные же повреждения оболочки приводят к понижению изоляции кабеля и их, как правило, быстро устраняют. Продольное электрическое сопротивление оболочки существенно ниже, чем брони, и, как следствие, она способна пропускать большие токи.

Необходимо отметить, что типовые конструкции изолирующих муфт ГМСИ, МИС фактически не обеспечивают изоляцию линейной стороны оболочки от станционной при попадании высокого напряжения на оболочку. Это обусловлено небольшим диэлектрическим промежутком муфты. При попадании высокого напряжения на линейную сторону возможно возникновение электрической дуги по поверхности диэлектрика изолирующего промежутка муфты. Учитывая это, на кабелях, не содержащихся под

давлением, изолирующую муфту необходимо монтировать путем снятия кольца оболочки шириной не менее 100 мм. Место снятия оболочки герметизируют лентой VM (или ее аналогом ЛГ-2) с накладкой поверх нескольких слоев поливинилхлоридной ленты (или ленты 88Т).

На кабелях, содержащихся под давлением, этот способ не применим. Изолирующая муфта, устанавливаемая на вводе, должна быть газопроницаемой и обеспечивать хорошую герметичность даже в условиях отсутствия жесткой фиксации кабеля, характерной для вводов. Для этих целей хорошо подходит термоусаживаемая манжета (ТУМ) XAGA-SLVP, которую монтируют на месте снятия кольца оболочки шириной не менее 100 мм. Достоинством ТУМ является возможность монтажа без перерезания кабеля за счет снятия широкого кольца оболочки, хорошая механическая защита сросстка. Это позволяет уменьшить вероятность возникновения дуги между частями оболочки до и после изолирующей муфты. Предполагается, что такой способ монтажа изолирующих муфт на вводе кабеля мог бы стать основным и быть включенным в типовые материалы для проектирования кабельных линий связи. Газонепроницаемая муфта в этом случае монтируется на стойке ВКС или в кроссовом шкафу рядом с компрессорно-сигнальной установкой.

#### УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ЦЕПЕЙ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

■ Известно, что даже полное снятие металлических оболочек с кабеля не гарантирует предотвращения попадания высокого потенциала через кабели в здание. Анализ показывает, что при воздействии высокого напряжения на кабель происходит пробой между оболочкой и жилами. Стойкость изоляции жил кабеля к воздействию высокого напряжения составляет 1,5–2 кВ. Напряжение же контактной сети, как минимум, вдвое выше (3 или 25 кВ), не говоря уже о напряжениях, возникающих при грозном разряде. Если это напряжение попадает на кабель связи, цепь прохождения тока фактически является параллельным соединением брони, оболочки и медных жил кабеля.

К сожалению, в рекомендациях не рассмотрены вопросы защиты от

перенапряжений, возникающих в линейных цепях. Существующие устройства защиты, как правило, монтируются на кроссах типа Krone. Способ заземления защиты (через металлические планки плинтсов), а также ее конструкция не предназначены для отвода высокого потенциала, возникающего на кабеле при воздействии контактной сети или грозовых разрядов, а только способны защитить аппаратуру от незначительных наведенных напряжений.

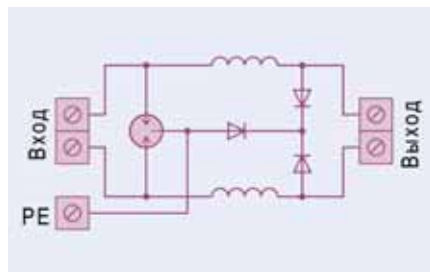


РИС. 1

Высокий потенциал из жил кабеля уходит на землю, как правило, через «пробитую» заземленную оболочку, либо через элементы аппаратуры связи. Такого рода пробои могут привести к возгораниям.

В условиях железнодорожного транспорта, особенно электрифицированного, необходима установка специализированной защиты, как минимум, двухкаскадной. Причем первый каскад должен состоять из разрядников, рассчитанных на большие токи, второй – на основе полупроводниковых элементов, в основном варисторов или TVS-диодов. Между каскадами должна быть предусмотрена индуктивность, достаточная для предотвращения шунтирования разрядников быстродействующими полупроводниковыми элементами. При ее отсутствии полупроводниковая защита, как более быстродействующая, сработает ранее разрядников. При этом полупроводниковые элементы под воздействием большого тока могут разрушиться.

Кабели и провода связи являются естественной индуктивностью. Как правило, для нормальной работы устройств защиты между каскадами достаточно отрезка кабеля длиной 10–20 м. При небольших расстояниях между каскадами индуктивность может вноситься искусственно путем установки трансформаторов либо катушек

индуктивности. Некоторые производители предлагают двухкаскадную защиту в одном корпусе с разделением каскадов катушкой индуктивности. Схема такой защиты представлена на рис. 1.

Цепи, наиболее подверженные переносу высокого потенциала, например цепи ТУ-ТС объектами электроснабжения, целесообразно защищать с использованием трансформатора. Последний является не только искусственно внесенной в цепь индуктивностью, но

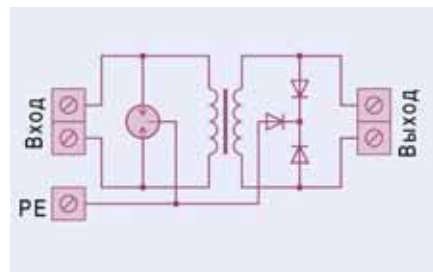


РИС. 2

и хорошим средством защиты от перенапряжений. Это объясняется свойством сердечника входить в режим насыщения при резком увеличении магнитного потока через него, что наблюдается при импульсах перенапряжения. При этом коэффициент трансформации резко падает, и импульс перенапряжения во вторичной обмотке существенно уменьшается. Схема двухкаскадной защиты с использованием трансформатора представлена на рис. 2.

Необходимо отметить, что для защиты линейных цепей от перенапряжений в качестве первого каскада защиты целесообразно использовать трехэлектродные разрядники [2]. Они уменьшают воздействие напряжения, приложенного непосредственно к входным контактам оборудования связи. Это обусловлено тем, что при возникновении высокого напряжения между одним из проводов цепи и заземленным электродом разрядника при пробое воздушного промежутка происходит ионизация газа в разряднике в целом, что, как правило, приводит к пробое воздушного промежутка и между вторым проводом и землей. За счет этого существенно уменьшается перенапряжение, приложенное ко входным контактам оборудования.

Помимо четверок и пар кабелей связи средой переноса высокого напряжения могут быть жилы кабе-

лей ПСГО, поскольку и кабели, и оконечные устройства цепей ПСГО находятся постоянно в зоне воздействия контактной сети. Их типовая защита состоит обычно только из разрядника и предохранителя. При этом проводники в цепях заземления разрядников, особенно на устаревших системах, не рассчитаны на большие токи. Необходимо для защиты цепей ПСГО применить двухкаскадные устройства с использованием в первом каскаде трехэлектродных разрядников с повышенной пропускной способностью по току.

Также необходима защита и цепей радиочастотных кабелей, в первую очередь кабелей, приходящих с высоких антенн, а также от устройств запитки волновода, расположенного на опорах контактной сети, или устройств запитки высоковольтных линий.

#### СИСТЕМЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ КАБЕЛЕЙ И ОБОРУДОВАНИЯ СВЯЗИ

■ Изложенные в рекомендациях принципы заземления брони и оболочки кабелей связи путем их перепайки на вводе вызывают сомнения. Ведь в соответствии с п. 4.9.7. «Инструкции по защите железнодорожных подземных сооружений от коррозии блуждающими токами» ЦЭ-518 [3] при прокладке магистральных кабелей с полимерными шланговыми покровами поверх оболочки и брони не следует производить перепайку оболочки и брони этого кабеля с кабелями другого типа в релейных шкафах, постах во избежание возможности возникновения интенсивной электрокоррозии последних перетекающими токами (особенно кабелей, подходящих к участкам рельсов с отрицательными значениями потенциалов относительно земли). Вместе с этим, в соответствии с требованиями п. 1.7.144. «Правил устройства электроустановок» ПУЭ [4] присоединение каждой открытой проводящей части электроустановки к нулевому защитному или защитному заземляющему проводнику должно быть выполнено при помощи отдельного ответвления. Последовательное включение в защитный проводник открытых проводящих частей не допускается. В соответствии с п. 1.1.3. ПУЭ электроустановкой является совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования

(вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другие виды энергии. И так, оболочка и броню кабелей связи можно считать электроустановкой и в соответствии с требованиями ПУЭ присоединять к шине заземления отдельными заземляющими проводниками.

Последовательное кольцевое соединение брони и оболочки кабелей предназначено для обеспечения надежности. Однако при этом резервируется только точка подключения заземляющего проводника к шине заземления и сам заземляющий проводник.

Опыт эксплуатации показывает, что наименьшую надежность имеет точка подключения заземляющего проводника к броне (оболочке) кабеля. Это связано с тем, что соединение выполняется пайкой. В условиях протекания большого тока при перенапряжении припой расплавляется, и контакт заземляющего проводника с оболочкой (броней) кабеля нарушается. Нередки также случаи нарушения контакта в пайке вследствие механических воздействий. При увеличении диаметра проводника заземления до 4,5 мм (что соответствует сечению 16 мм<sup>2</sup>) из-за увеличения его упругости возможно дополнительное снижение надежности контакта. К тому же перепайка оболочек кабеля в соответствии с рекомендациями производится проводником с электропроводностью не менее электропроводности оболочки кабеля.

Выполнив несложный расчет с учетом данных конструкции кабелей и электропроводности материалов [5, 6], получаем необходимое сечение проводника заземления (в зависимости от марки кабеля):

$$S = \frac{\pi d_{\text{нар}}^2}{4} - \frac{\pi d_{\text{внут}}^2}{4} = \pi r (d_{\text{внут}} + r),$$

где  $d_{\text{нар}}$ ,  $d_{\text{внут}}$  – наружный и внутренний диаметры оболочки кабеля, мм;

$r$  – радиальная толщина оболочки кабеля, мм.

Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Таким образом, заземляющие проводники алюминиевых оболочек кабелей в соответствии с рекомендациями должны иметь площадь

поперечного сечения выше ранее установленной 16 мм<sup>2</sup> и достигать в диаметре 10 мм. Обеспечить надежный контакт заземляющего проводника такой толщины с алюминиевой оболочкой достаточно сложно, а при перепайке, т. е. пайке проводника без его разрыва, практически невозможно.

Возникает вопрос целесообразности применения проводников такого большого сечения. Сечение главной заземляющей шины должно быть не менее 100 мм<sup>2</sup> (по стали), аналогичными должны быть соединяющие проводники между ней и наружным контуром заземления. Сечение проводников внутреннего контура заземления обычно составляет менее 100 мм<sup>2</sup>. Алюминиевые оболочки кабелей в переводе на стальной эквивалент имеют сечение от 290 до 690 мм<sup>2</sup> (см. табл. 1). Следовательно, чтобы обеспечить соответствие проводимостей оболочки даже одного кабеля связи и системы ее заземления, нужны проводники заземления во внутреннем контуре здания сечением не менее 410 мм<sup>2</sup>, что влечет за собой полную замену контуров заземления зданий. Аналогичная проблема возникает и с сечением болтов шины заземления, к которым подключается заземляющий проводник. Диаметр болтов, согласно рекомендациям, должен выбираться в соответствии с расчетным сечением заземляющего проводника, что для медного проводника сечением 16 мм<sup>2</sup> составляет 12,7 мм, а для медного проводника сечением, эквивалентным сечению алюминиевой оболочки кабеля МК 7х4х1,2+5х2х0,9+1х0,9, составляет 29,6 мм.

Броня кабелей должна быть перепаяна между собой проводником сечением не менее 10 мм<sup>2</sup> и соединена с шиной заземления проводником сечением, соответствующим суммарной электропроводности брони всех кабелей. Результаты расчета параметров заземляющего проводника для брони кабеля приведены в табл. 2.

Например, для шести введенных на станцию кабелей ТЗ 7х4х1,2 сечение заземляющего проводника должно составлять 55 мм<sup>2</sup>, что соответствует диаметру проводника 8,4 мм. Надежного соединения проводника такого сечения с броней кабеля без его разрыва достичь крайне затруднительно. Необходимо также учитывать, что монтаж за-



Таблица 1

Марка кабеля	Диаметр сердечника кабеля под оболочкой $d_{\text{внут}}$ , мм	Радиальная толщина оболочки $r$ , мм	Площадь поперечного сечения оболочки $S$ , мм <sup>2</sup>	Необходимая площадь сечения медного проводника, мм <sup>2</sup>	Диаметр заземляющего медного проводника, мм	Необходимая площадь сечения стального проводника системы заземления, мм <sup>2</sup>
<b>Кабели с алюминиевой оболочкой</b>						
ТЗ 4х4х0,9	14	1,3	62,5	37,2	6,9	292
ТЗ 7х4х0,9	17	1,3	74,7	44,4	7,5	350
ТЗ 14х4х0,9	22,4	1,5	112,6	67,0	9,2	527
ТЗ 19х4х0,9	25,4	1,5	126,8	75,4	9,8	593
ТЗ 4х4х1,2	17	1,3	74,7	44,4	7,5	350
ТЗ 7х4х1,2	20	1,3	87,0	51,7	8,1	407
ТЗ 14х4х1,2	28,4	1,5	140,9	83,8	10,3	659
ТЗ 19х4х1,2	31,4	1,5	155,0	92,2	10,8	725
МК 4х4х1,2	16,1	2,1	120,1	71,4	9,5	562
МК 7х4х1,2	21,8	1,8	133,5	79,3	10,1	624
МКП, МКС 7х4х1,05+5х2х0,7+1х0,7	24	1,8	145,9	86,7	10,5	682
МКП, МКС 7х4х1,2+5х2х0,9+1х0,9	24,3	1,8	147,6	87,8	10,6	690
МКБАБ 7х4х1,2+6х0,9	23	1,5	115,5	68,6	9,3	540
МКБАБ 14х4х1,2+5х0,9	31	1,45	147,8	87,9	10,6	691
<b>Кабели со свинцовой оболочкой</b>						
ТЗБ 7х4х1,2	16,8	1,25	70,9	5,6	2,7	44
ТЗГ 7х4х1,2	16,8	1,5	86,2	6,8	3,0	54
ТЗГ 19х4х1,2	25	1,7	142,6	11,3	3,8	74

Таблица 2

Марка кабеля	Диаметр кабеля под броней, мм	Радиальная толщина бронеленты, мм	Площадь поперечного сечения бронеленты, мм <sup>2</sup>	Эквивалентная площадь сечения медного проводника, мм <sup>2</sup>	Диаметр заземляющего проводника, мм
<b>Кабели с алюминиевой оболочкой</b>					
ТЗ 4х4х0,9	16,6	0,5	53,7	6,8	2,9
ТЗ 7х4х0,9	19,6	0,5	63,1	8,0	3,2
ТЗ 14х4х0,9	25,4	0,5	81,4	10,3	3,6
ТЗ 19х4х0,9	28,4	0,5	90,8	11,5	3,8
ТЗ 4х4х1,2	19,6	0,5	63,1	8,0	3,2
ТЗ 7х4х1,2	22,6	0,5	72,6	9,2	3,4
ТЗ 14х4х1,2	31,4	0,5	100,2	12,7	4,0
ТЗ 19х4х1,2	34,4	0,5	109,6	13,9	4,2
МК 4х4х1,2	20,3	0,5	65,3	8,3	3,3
МК 7х4х1,2	25,4	0,5	81,4	10,3	3,6
МКП, МКС 7х4х1,05+5х2х0,7+1х0,7	27,6	0,5	88,3	11,2	3,8
МКП, МКС 7х4х1,2+5х2х0,9+1х0,9	24,3	0,5	89,2	11,3	3,8
МКБАБ 7х4х1,2+6х0,9	23	0,5	83,3	10,6	3,7
МКБАБ 14х4х1,2+5х0,9	31	0,5	108,1	13,7	4,2
<b>Кабели со свинцовой оболочкой</b>					
ТЗБ 7х4х1,2	16,8	0,5	62,2	7,9	3,2
ТЗБ 19х4х1,2	25	0,5	88,9	11,3	3,8

земления придется выполнять непосредственно на вводе кабелей в условиях их большого количества. Вместе с тем, оболочка кабелей со шланговыми покровами поверх оболочки (а доля таких кабелей составляет около 50 % всех кабелей с металлическими оболочками) в любом случае заземляется отдельными проводниками.

С учетом изложенного наиболее реальным представляется заземление брони и оболочки кабеля в соответствии с требованиями ПУЭ отдельными проводниками сечением не менее 16 мм<sup>2</sup> для участков с электротягой и 10 мм<sup>2</sup> – для автономной тяги. Вопрос выбора необходимого сечения заземляющего проводника алюминиевых оболочек кабеля пока остается открытым. Место его подключения к броне и оболочке должно быть соединено не только пайкой, но и иметь надежное механическое крепление.

Присоединение заземляющего проводника к броне выполняют следующим способом [7]. К предварительно зачищенной и залуженной броне припаивают залуженный проводник заземления. На место пайки накладывают бандаж из 5–6 витков медной отожженной проволоки. Бандаж при накладке пропаивают, чем достигают качественное механическое и электрическое соединение (рис. 3).

Присоединение заземляющего проводника к металлической оболочке кабеля выполняют также методом пайки под болт на шину заземления. Специалисты Челябинской дирекции дополнительно применяют механическое крепление ранее припаянных заземляющих проводников к оболочке кабеля стальным хомутом (удобен сантехнический хомут).

Желательно, чтобы расстояние по шине заземления от точки заземления металлических покровов кабеля до главной заземляющей шины было минимальным. Заземление металлических оболочек (брони) кабелей в служебно-технических зданиях через КИП не должно применяться, так как дополнительно снижает надежность цепи заземления.

Следует отметить, что броня и оболочка кабеля заземляются даже если новый ввод в здание выполнен кабелем без металлической оболочки (брони). Например, при организации нового ввода кабеля с броней устраивается соединитель-

ная муфта, и ввод выполняется без брони. Недопустимо оставлять незаземленной броню кабеля в котловане, где монтировалась соединительная муфта, так как отсутствие заземления уменьшает коэффициент защитного действия брони, увеличивает коррозию (блуждающий ток начнет стекать не через заземление, а непосредственно с брони, вызывая ее интенсивную коррозию). В случае попадания высокого напряжения на незаземленную броню происходит пробой на заземленную оболочку, который может распространиться

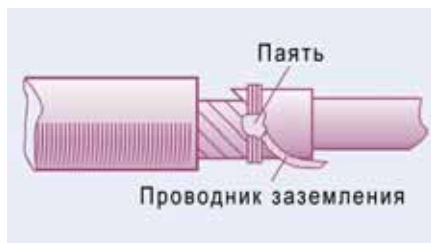


РИС. 3

и на жилы кабеля, что вызовет падение высокого потенциала на аппаратуру.

Наиболее приемлемым решением организации нового ввода является прокладка кабеля до приямка в броне, где броня заземляется. Далее возможно снятие брони либо переход на кабель без брони непосредственно в кабельном приямке путем монтажа муфты с использованием манжеты XAGA-SLVP. Эта муфта одновременно будет являться и электроизолирующей. В случае прокладки бронированного кабеля в грунте и перехода в кабельную канализацию с прокладкой небронированного кабеля заземление брони должно выполняться через индивидуальный заземлитель, устраиваемый у первого колодца кабельной канализации. Если расстояние от этого колодца до здания менее 40 м, заземлитель должен быть соединен с системой заземления здания.

Одним из наиболее важных вопросов, требующих дополнительной проработки, является предусмотренное рекомендациями резкое увеличение точек заземления оболочки и брони кабеля на перегоне. Это связано с требованием заземления оболочки и брони кабелей у каждой разветвительной муфты ответвлений для организации перегонной, аварийно-восстановительной связи, а также связи с объектами электроснабжения (ППС, ПС, АТП) на

перегоне. Если учесть, что предусмотрен и монтаж заземлителей в непосредственной близости от тяговых подстанций, кабель связи превращается в дополнительный канал протекания тягового тока. Ток, возникающий при проходе электровозов, будет попадать на кабель через часто расположенные заземлители и стекать с него через заземлитель, расположенный рядом с тяговой подстанцией. При этом ток может проходить через цепи заземления постов ЭЦ, домов связи, через которые заземлены металлические оболочки и броня кабелей. При неисправности в рельсовых цепях кабель связи может стать основным каналом протекания тока, что неминуемо вызовет его повреждение. Неоднозначным видится решение о заземлении брони и оболочки кабеля у каждой разветвительной муфты с точки зрения защиты кабеля от коррозии. Аналогичная ситуация и с заземлением брони волоконно-оптического кабеля у каждой соединительной муфты.

В заключение хочется отметить, что вопросы пожаробезопасности служебно-технических зданий с введенными коммуникациями связи требуют проведения комплексных научных исследований и разработки типовых проектных решений по защите цепей связи и цепей электропитания устройств связи от воздействия перенапряжений. Необходимы и новые нормы проектирования служебно-технических зданий, в первую очередь постов ЭЦ.

В нормах должны быть предусмотрены отдельные приямки для вводов кабелей электроснабжения, СЦБ, связи и ПСГО; вводные помещения кабелей связи (рядом с приямком), где будет расположено оборудование защиты линейных цепей связи и ПСГО, смонтированы газонепроницаемые муфты, размещены компрессорно-сигнальные установки. Здесь же установлены боксы и осуществлен переход на кабели с неметаллическими оболочками, размещена главная заземляющая шина.

Вводные помещения для предупреждения распространения пожара должны быть изолированы от других помещений (установлены металлические двери, кабельные ниши заделаны противопожарными материалами и др.). Из вводного помещения следует организовать один из выводов на наружный контур за-

земления поста, часть заземлителей контура расположить в непосредственной близости от вводного помещения (с учетом минимально необходимого расстояния от заземлителей до вводимых кабелей). Также необходима организация своего контура заземления у антенных мачт радиосвязи. При этом, если мачта располагается не далее 40 м от поста, ее контур соединяется с наружным контуром заземления поста. Число соединительных проводников должно быть не менее двух. Кроме того, нужно разработать общесетевые технические решения, исключающие зашивку сайдингом, стеновыми панелями проводки заземления (как внутренней, так и наружной) при строительстве, модернизации и ремонте постов ЭЦ и других служебно-технических зданий.

Внедрение этих предложений, наряду с выполнением мероприятий, изложенных в рекомендациях, позволит существенно повысить пожарную безопасность служебно-технических зданий с оборудованием связи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по обеспечению противопожарной безопасности служебно-технических зданий и сооружений с кабельными коммуникациями связи. Утверждены генеральным директором Центральной станции связи – филиала ОАО «РЖД» П.Ю. Маневичем 12.11.08.
2. М и т р о х и н В. Е., Ж а б и н а А. В. Повышение эффективности устройств защиты. // Автоматика, связь, информатика. 2009, № 3.
3. «Инструкции по защите железнодорожных подземных сооружений от коррозии блуждающими токами» ЦЭ-518 от 09.10.1997.
4. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Дополненное с исправлениями.—Ч.: ООО «Центр безопасности труда», 2006. 848 с.
5. Б у н и н Д. А. Провода и кабели СЦБ и связи. М.: Транспорт, 1975. 240 с.
6. Справочник строителя линейных сооружений связи железнодорожного транспорта./ В. И. С о б о л е в, Н. Г. М е л ь н и к о в, К. Ф. О р е ш к и н, Н. А. Б о н д а р е н к о. Под ред. В.И. Соболева.—М.: Транспорт, 1979. 399 с.
7. «Руководство по монтажу железнодорожных магистральных кабелей связи». М.: Транспорт, 1974.

А.Ю. МАРЦЕВ,  
главный инженер  
Уфимского РЦС

## УФИМСКИЙ РЦС

Уфимский региональный центр связи образован в июле 2006 г. Новый коллектив объединил связистов Уфимской, Дёмской, Белорецкой, Стерлитамакской дистанций сигнализации и связи. РЦС обслуживает устройства связи Башкирского отделения Куйбышевской дороги на участках, связывающих Уфу с Самарой, Ульяновском, Оренбургом, Челябинском и Магнитогорском общей протяженностью более 1200 км.

■ Оборудование связи и радиосвязи расположено на 89 станциях различных категорий и на 42 переездах. Протяженность волоконно-оптических линий связи – 1143 км, магистральных кабельных линий – 1380 км. Техническая оснащенность – 834,8 техн. ед. В эксплуатации находятся: более 2300 стационарных, возимых и носимых радиостанций, 44 автоматические телефонные станции монтированной емкостью свыше 13 тыс. номеров, около 80 аналоговых систем связи, около 100 мультимплексов цифровых систем, 4350 цифровых каналов, 9087 цифровых потоков. Руководит всем этим сложным хозяйством начальник центра Владимир Анатольевич Земсков.

В центре трудятся 479 человек, из них 302 – руководители и специалисты, имеющие высшее и среднее профессиональное образование, 25 работников обучаются в вузах.

Кадровая работа центра в условиях структурной реформы на железнодорожном транспорте направлена прежде всего на укрепление трудовой и производственной дисциплины, обеспечение безопасности движения поездов. На предприятии также проводится работа по закреплению и стимулированию высококвалифицированных, инициативных и ответственных работников. Практики, занимающие инженерные и технические должности, замещающие дипломированными специалистами. Идет процесс формирования и перестройки производственных процессов на основе внедрения новой техники и технологий.

Большое внимание уделяется подготовке и повышению квалификации рабочих, руководителей и специалистов, работе с резервом на замещение должнос-

ти руководителей и командиров среднего звена. В 2008 г. повысили квалификацию 20 руководителей, 53 специалиста, 43 рабочих. Всего за два года существования центра на курсах повышения квалификации свои знания пополнили 255 работников.

Активно проводятся информационно-разъяснительные мероприятия, направленные на вовлечение работников центра в корпоративную систему негосударственного пенсионного обеспечения ОАО «РЖД». Сейчас около 90 % работников реализовали право на перевод накопительной части трудовой пенсии в негосударственный пенсионный фонд «Благосостояние», более половины присоединились к договору негосударственного пенсионного обеспечения.

Молодежь – будущее центра – всегда под опекой опытных товарищей. Их инициатива, находчивость, смекалка, применение на практике знаний, полученных в учебных заведениях, всегда приветствуются руководством и способствуют карьерному росту молодых специалистов.

В нашем коллективе работают 13 молодых специалистов – выпускников Уфимского техникума и СамГАПСа.

Многие работники не раз отмечались высокими наградами. Старший электромеханик ЛАЗа Белорецк Т.С. Меньшикова, электромеханик участка Дёма – Чишмы А.В. Садаков и инженер группы мониторинга Р.Т. Шайдуллин за добросовестный и инициативный труд получили благодарность президента ОАО «РЖД». Старший электромеханик цеха радиосвязи М.Р. Муратшин за заслуги, достигнутые в развитии железнодорожного транспорта, трудовые успехи и многолетнюю добросовестную работу награжден медалью ордена «За заслуги перед отечеством» II-й степени, электромеханику участка Карламан – Уршак Р.В. Загидуллин вручены именные часы начальника дороги. Старший электромеханик участка Иглино – Кропачево Г.С. Щепин награжден медалью «За трудовую доблесть».

Постепенно на обслуживаемом полигоне аналоговое оборудование заменяется на цифровые системы передачи (ЦСП). В связи с этим изменилась система технического обслуживания средств.



Начальник участка О.В. Алышев с представителями СМП-854 проверяет глубину укладки кабеля на участке Мурапталово – Тюльган



Старший электромеханик Х.Х. Нигматуллин (слева) и электромеханик Р.Т. Юзикаев отрабатывают практические навыки в ЛАЗе станции Кандры





Начальник ЦТО В.В. Феоктистов проводит технические занятия



Начальник технического отдела В.А. Старовойтов

В 2007 г. создана группа мониторинга, которой руководит ведущий инженер Г.С. Ключникова. В этой группе рядом с опытными специалистами с большим стажем работы О.И. Ковалевым, П.Е. Чирковым, А.Н. Винидиктовым трудится и молодежь: А.А. Марцева, С.В. Рожин. На инженеров-диспетчеров возложены функции оперативного руководства и контроля за устранением неисправностей технических средств и работой инженеров ЦТО.

Специалисты разных поколений трудятся и в Центре технического обслуживания. Здесь также вместе с опытными связистами Р.Т. Шайдуллиним, Л.В. Кильмаматовой, А.П. Хряпиным работают и молодые специалисты, недавние выпускники вуза: Е.А. Кириллова, А.В. Акулинина. Руководит ЦТО начальник участка В.В. Феоктистов.

В РЦС действует единая система мониторинга и администрирования (ЕСМА). Ее использование позволяет сократить время на поиск и устранение неисправностей, дает возможность оценивать качество предоставления услуг связи, работу эксплуатационного персонала, выявлять слабые места сети, глубоко анализировать отказы аппаратуры. В результате повышается качество и надежность связи и, соответственно, обеспечивается безопасность движения поездов.

Современное оборудование внедрено на Чишминском участке связи, которым руководит А.С. Чувиллин. На участке Чишмы – Туймазы построена ВОЛС и организован линейный тракт на базе оборудования СМК-30. Освоение новой техники легло на плечи старших электромехаников А.Н. Петрова, В.А. Платонова, Х.Х. Нигматуллина, электромехаников И.Х. Багаутдинова, Р.Т. Юзикаева, А.А. Яковлева.

Модернизация оборудования коснулась и цеха радиосвязи, где старшим электромехаником трудится Н.Г. Ахметзянов. Радиостанции РТС-43 заменены на РС-46М, что значительно повысило качество и надежность поездной радиосвязи. Здесь отличились электромеханики Д.Я. Хазиев и Р.Р. Ахунов.

В прошлом году на Стерлитамакском участке связи проводились пусконаладочные работы на посту ЭЦ Северного парка станции Аллагуват. Прежняя инфраструктура станции не обеспечивала эффективного управления перевозочным процессом и не справлялась с возросшим объемом перевозок. В сети оперативно-технологической связи использовалось устаревшее

оборудование, поэтому качество услуг связи было не достаточно высоким. Сеть парковой громкоговорящей связи была малоразвита, имела низкую выходную мощность.

Впервые на дороге при строительстве объекта была организована связь ДСП с применением пульта на базе коммутационных станций СМК-30. Активное участие в наладке и настройке вновь смонтированных устройств связи, радиосвязи и ПСГО приняли специалисты Стерлитамакского участка. Весомый вклад в конфигурирование сети ОТС, ОБТС, построенной на базе мультисервисных мультиплексоров СМК-30, внесли электромеханики комплексной бригады А.В. Буряев, С.А. Шубенин. При этом они получили навыки в программировании сложных устройств, повысили квалификацию, что в бу-

дущем поможет грамотно эксплуатировать новое оборудование, устранять неисправности.

В 2007 г. комплексная бригада под руководством старшего электромеханика Н.Н. Холявко победила в сетевом соревновании и была награждена начальником Куйбышевской дороги. В числе награжденных В.В. Меркушов и А.В. Масленков (сейчас они стали старшими электромеханиками), электромеханики В.П. Истомин, В.М. Валиков, электромонтеры Ш.М. Абдуллин, Ф.Ш. Гадельшин, Ю.А. Пухтина.

За время функционирования РЦ его специалисты много сделали для повышения надежности устройств радиосвязи, освоения и внедрения новой техники, модернизации устаревших устройств. Коллектив центра руководствуется политикой качества и безопасности Самарской дирекции связи, основанной на положениях технической политики ОАО «РЖД» и Центральной станции связи. В зоне обслуживания центра находятся свыше 1000 км перегонов, оборудованных поездной радиосвязью, половина из которых имеют направляющие линии, более 100 антенно-мачтовых сооружений, около 2900 стационарных, локомотивных и носимых радиостанций, устройства парковой громкоговорящей связи на станциях и другое оборудование.

Обслуживанием и ремонтом устройств радиосвязи занимается небольшой дружный коллектив, состоящий из линейных электромехаников радиосвязи, работников КРП и старших электромехаников. Большую часть радиоаппаратуры ремонтируют специалисты КРП Дема под руководством старшего электромеханика А.Г. Иванова. Электромеханики этого цеха Е. Ильин и А.В. Иванов принимают активное участие во внедрении новой техники, передовых технологий, выезжают на станции и перегоны и оказывают квалифицированную помощь линейным электромеханикам. Они авторы многих рационализаторских предложений.

В РЦС прошла модернизация устройств станционной радиосвязи. Устаревшие радиостанции типа 71-РТС-А2-ЧМ заменены на современные РС-23М. Благодаря опыту специалистов монтажные работы по их установке были закончены за два месяца. Также обновлен парк носимых радиостанций станционной радиосвязи. Теперь все работники ДС обеспечены радиостанциями Motorola GP-340.

На предприятии многое делается для обеспечения надежной работы устройств поездной радиосвязи. В

целях разгрузки гектометрового диапазона на таких крупных станциях как Уфа, Дёма, Черниковка, Шакша, Иглино были дополнительно установлены и внедрены в работу радиостанции метрового диапазона.

Частично модернизированы устройства поездной радиосвязи на основном магистральном участке Абдулино – Кропачево. Взамен устаревших радиостанций РС-46М на станциях устанавливаются новые типа РС-46МЦ. Эту работу выполняли линейные электромеханики радиосвязи под руководством старших электромехаников В.Н. Колесникова и Д.Ю. Гунякова. До конца года радиостанции на этом участке будут полностью заменены.

Для обеспечения качественной радиосвязи на удлинённых перегонах были установлены шкафы, в которых смонтированы и включены в эксплуатацию промежуточные радиостанции РС-46М.

Также проделана большая работа по подключению стационарных радиостанций на удаленный мониторинг. Теперь их состояние постоянно контролируется в ЦТУ Самары.

Сотрудники РЦС взяли на себя обслуживание устройств радиосвязи и громкоговорящей связи Уфимской детской железной дороги. Весной наши специалисты готовят их к эксплуатации, летом организуют профилактическое обслуживание. Связисты охотно помогают юным железнодорожникам, консультируют их по любым техническим вопросам.

Многое делается для улучшения условий труда на рабочих местах. Все работники предприятия при необходимости получают квалифицированную помощь у специалистов по охране труда, ведущего инженера Н.И. Марцевой и инженера Л.Г. Аряновой. Ведется постоянная работа по расширению знаний в области охраны труда, электробезопасности и пожарной безопасности. В кабинете по охране труда регулярно проводятся занятия с использованием наглядной агитации, компьютерных программ. Во время практических занятий навыки по оказанию первой медицинской помощи отрабатываются на манекене. Постоянно контролируется обеспечение работников спецодеждой, приспособлениями и инструментом в соответствии с требованиями безопасности. В прошлом году все старшие электромеханики прошли обучение по охране труда и пожарной безопасности. Сейчас проходит аттестация рабочих мест.

В нашем центре, как, впрочем, на многих предприятиях дороги, работают трудовые династии. Например, по стопам начальника РЦС пошли его сын и племянник. Денис Владимирович работает инженером, Вячеслав Юрьевич – старшим электромехаником ЛАЗа УФА.

Вместе с родителями, заместителем начальника РЦС Мударисом Нугумановичем Юлбарисовым и его супругой, ведущим инженером Зилей Исламовной, трудится их дочь Регина. Она инженер техотдела.

На Чишминском участке работают братья Платоновы: Владимир Анатольевич – старший электромеханик, Вячеслав Анатольевич – электромонтер. Старший электромеханик радиосвязи участка Шакша – Кропачево В.Н. Колесников передает свой опыт и мастерство своему сыну Вячеславу, электромеханику того же цеха.

Руководство центра и профсоюзный комитет не забывают ветеранов, встречаются с ними, обсуждают и помогают в преодолении трудностей повседневной жизни. Эту работу активно ведет бывшая сотрудница РЦС-4, ныне пенсионерка и председатель Совета ветеранов Э.А. Савчукова.

Члены профкома принимают активное участие в подготовке к летнему оздоровительному сезону в детских лагерях «им. К. Заслонова» и «им. Ю. Гагарина». Специалисты РЦС обеспечивают надежную связь на территории этих лагерей.

Связисты активно занимаются спортом. В прошлом году наша команда победила в турнире по волейболу, организованном в Самарской дирекции связи.

Используются все возможности по оздоровлению и реабилитации работников центра. Так, наряду с лечением на курортах ОАО «РЖД», профсоюзный комитет за счет собственных средств приобретает путевки в летнее время на базу отдыха «Аист» г. Новороссийска.

Основная задача коллектива – обеспечить надежное и качественное действие устройств связи и радио, и с этой задачей мы успешно справляемся. Предприятие неоднократно побеждало в дорожных и отраслевых соревнованиях. По итогам работы за второй квартал прошлого года за достигнутые высокие показатели нашему РЦС присвоено первое, а за четвертый квартал – второе места в отраслевом соревновании. Победы, достигнутые в этот непростой период, – результат добросовестного и профессионального труда всего коллектива.

## ВСТРЕЧА С ВЕТЕРАНАМИ



В преддверии Дня Победы состоялась встреча руководителей Центральной станции связи с ветеранами трудового фронта ЦССА и Московской дирекции связи М.П. Барановой, З.И. Косинской, Н.К. Митраковой, С.Г. Зоркиным, М.В. Глаголевой и другими. К сожалению, участники войны по состоянию здоровья приехать на встречу не смогли.

Ветераны поделились своими воспоминаниями, а руководители ЦСС рассказали о сегодняшнем положении дел. Собравшиеся с благодарностью отметили, что несмотря на кризис, им в канун праздника была оказана единовременная материальная помощь.





**А.В. ШИЛЬНИКОВА,**  
ведущий специалист  
по управлению персоналом  
Хабаровской дирекции связи

**Для привлечения, закрепления, профессионального становления и развития молодых работников в ОАО «РЖД» и формирования условий для их устойчивого профессионального роста в Компании реализуется программа «Молодежь Компании 2006–2010 гг.».**

**Эта целевая программа разработана для детализации и расширения положений Стратегической программы до 2010 г. и основных направлений развития ОАО «РЖД» на период до 2015 г. в области управления персоналом и повышения качества человеческих ресурсов Компании. В своих принципиальных положениях программа опирается на функциональную стратегию развития кадрового потенциала ОАО «РЖД». В ней сформулированы основные направления молодежной политики Компании, позволяющие привлекать и закреплять молодых работников, стимулировать их инициативу и саморазвитие.**

# ПРОГРАММА

## «МОЛОДЕЖЬ КОМПАНИИ» – В ДЕЙСТВИИ

■ В программе молодежь определяется как основной носитель потенциала для развития, и она направлена на увеличение и реализацию этого потенциала в интересах Компании и страны. В ней определены основные цели, задачи, принципы и направления корпоративной молодежной политики ОАО «РЖД», мероприятия по ее реализации, а также ресурсная база, которая необходима для решения поставленных задач. Реализация программы осуществляется на основе нормативных документов Компании в области молодежной политики.

Ориентация на молодые силы – одно из приоритетных направлений развития предприятий и филиалов ОАО «РЖД», в числе которых и Хабаровская дирекция связи. Сегодня здесь трудятся немногим менее 400 молодых работников. Это – пятая часть от численности всего персонала. Молодежь составляет десятую долю руководителей среднего звена.

Дирекция активно сотрудничает с такими профильными учебными заведениями, как Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровский и Тындинский техникумы железнодорожного транспорта. Выпускники этих учебных заведений особенно выделяются среди молодых работников, прибывших на работу в филиалы и структурные подразделения. Эта наиболее мобильная и не отягощенная влиянием внутренних негативных факторов молодежь.

Основная цель программы – привлечение и закрепление в Компании наиболее успешных и квалифицированных молодых работников этой категории, а также развитие производственной инициативы, партнерских отношений в коллективе. Она должна побудить молодых работников занять активную жизненную позицию, реализовать себя в профессиональном росте.

Сегодня по трехсторонним целевым договорам от дирекции по очной и заочной формам обучают-

ся более 100 человек. В их числе и студенты, которые осваивают программу высшего образования по специальности связи в Дальневосточном государственном университете путей сообщения. Вуз находится в Хабаровске, и это облегчает руководителям и специалистам дирекции и центра связи организацию работы с будущими молодыми специалистами. При наличии вакансий студентов старших курсов трудоустраивают на неполные ставки на штатные должности или на временно не занятые, например, в связи с рождением ребенка, места. Таким образом, будущий молодой специалист во время написания дипломного проекта получает четкое представление о важности, ответственности работы на железнодорожном транспорте.

Ежегодно в среднем 40 выпускников высших и средних профессиональных учебных заведений начинают трудовую деятельность в структурных подразделениях дирекции. Каждый из них получает единовременное пособие в размере месячного оклада и трудоустраивается в соответствии с полученным образованием и квалификацией. Для скорейшей адаптации молодых специалистов и приобретения профессиональных навыков для каждого разработан индивидуальный план стажировки с закреплением за ним опытного руководителя.

Руководство дирекции содействует профессиональному росту молодых работников, помогает их становлению, развитию профессиональных лидерских качеств, способствует занятию активной жизненной позиции. В структурных подразделениях создаются Советы молодых специалистов. Для молодых работников разработан механизм планирования деловой карьеры. В резерв на замещение руководящего состава РЦС включены 13 человек. Они проходят ре-





Молодые специалисты А.В. Казаков, М.А. Бельды и А.Р. Зарипов монтируют новое оборудование



Молодежная команда по мини-футболу «Диапазон» Хабаровского РЦС

альную стажировку на замещение должностей в период отсутствия руководителей. По окончании стажировки с каждым молодым специалистом проводится собеседование.

Для внедрения новых технических и экономических идей, приобретения специалистами профессиональных знаний и навыков, адаптации в новых экономических и социальных условиях в прошлом году 28 молодых работников прошли обучение на курсах повышения квалификации. Специалисты изучали организацию поездной радиосвязи с использованием стационарных радиостанций РС-46М, РС-46МЦ, знакомились с современными цифровыми системами связи, которые внедряются на дороге. Два сотрудника были командированы в Загреб (Хорватия) для освоения и получения навыков эксплуатации аппаратуры АТС типа МД-110. Также проводилось обучение резерва руководящих кадров.

За последние два года многие из числа бывших выпускников, не достигшие 30 лет, назначены на ответственные должности. Им доверено руководить участками, где выполняются большие объемы работ. Молодые работники М.П. Березуцкая, П.А. Масловский, А.П. Можаяев трудятся начальниками производственно-технических отделов и участков производства, С.С. Меркулов, Е.В. Мешкова, Е.В. Громакова, Е.В. Кузютина – ведущими инженерами по организации и нормированию труда, А.А. Ахмедзянов, К.С. Липкин, В.И. Моисеенко, И.В. Ткачев – старшими электромеханиками. Два молодых специалиста А.А. Ташлыков и А.В. Костенко уже стали главными инженерами соответственно Хабаровского и Владивостокского РЦС. К сожалению, около 8 % молодых

специалистов в течение первого года работы увольняются по собственному желанию.

Для улучшения медицинского и санаторно-курортного обслуживания молодых работников и членов их семей в рамках программы реализуются проекты «Здоровье молодежи Компании» и «Здоровый образ жизни». Не менее важно закрепление в молодежной среде позитивных производственных традиций, уважения к истории Компании и ветеранам, патриотических ценностей и внутрикорпоративной культуры, пропаганда здорового образа жизни.

В 2007 г. в Хабаровском РЦС прошел слет молодежи, в котором участвовало 50 молодых, наиболее перспективных связистов центра. Подобные мероприятия воспитывают ответственное отношение к труду, потребность постоянно изучать инновационные подходы в производственной деятельности, желание применять их на практике, развивают трудовую активность и настойчивость в изучении передового опыта и улучшения организации труда, пропаганде принципов корпоративной культуры, системы ценностей и этических норм. Также здесь выявляются проблемы молодежи, вскрываются причины неудовлетворенности молодых специалистов своей работой. На слете руководители дирекции и центра освещали вопросы молодежной политики ОАО «РЖД», жилищной политики, рассматривали Положение о молодом специалисте. Также здесь шел разговор о деятельности профсоюзной организации, правах и гарантиях, которые имеют члены профсоюзов. На слете был выбран Совет молодых специалистов. Председателем выбрана Е.А. Меренкова, специалист по

управлению персоналом РЦС-1. Участники разработали Положение, наметили задачи и план работы.

Молодежь дирекции активно занимается спортом. Проводятся турниры по теннису, гиревому спорту и волейболу между командами Хабаровского, Бикинского и Биробиджанского районов. В спортивном комплексе на станции Хор неоднократно проходили соревнования по теннису и мини-футболу с участием коллег из Транстелекома и Дальсвязи. Молодежная команда Хабаровского РЦС по мини-футболу «Диапазон» ежегодно участвует в первенстве города Хабаровска.

В начале этого года состоялась встреча по хоккею с шайбой между Хабаровским и Вяземским районами Хабаровского РЦС.

Еще один проект – «Молодая семья» направлен на обеспечение психологической и социальной стабильности молодого работника, содействие укреплению семьи и формированию династий. К этой категории относятся семьи, в которых, как минимум, один из супругов является работником Компании и при этом не достиг 30-летнего возраста. В прошлом году в Хабаровской дирекции связи появились четыре такие «молодые семьи».

Чтобы укомплектовать кадрами ведущих профессий отдаленные регионы в РЦСах реализуется программа «Жилье для молодежи». Созданы жилищные комиссии, которые занимаются вопросами предоставления работникам корпоративной поддержки для приобретения или строительства жилья. За последние два года субсидируемые кредиты для покупки жилья во Владивостоке, Хабаровске и Тынде получили десять сотрудников, имеющих статус молодого специалиста.

# ВНИМАНИЕ – МОЛОДЕЖИ

■ Сегодня молодежная политика ОАО «РЖД» направлена на то, чтобы молодые сотрудники компании смогли в полной мере проявить свои таланты и возможности как с профессиональной точки зрения, так и в плане лидерских качеств, стали хорошими специалистами в своей области. В прошлом году у них была возможность принять участие в двух сетевых проектах – «Корпоративный лидер» и «Новое звено».

Абсолютным лидером молодежи Приволжской дороги стал представитель хозяйства автоматики и телемеханики, старший электромеханик Арчединской дистанции Алексей Карпов. На дорожном этапе проекта «Корпоративный лидер» он занял первое место и вошел в число сорока лучших молодых работников компании по итогам заключительного этапа конкурса в Москве.

Более того, пилотный проект интеллектуальной системы интервального регулирования движения поездов, разработанный командой Карпова, по общему мнению, вышел очень интересным и получил высокую оценку на региональном конкурсе «Новое звено» в Красноярске, а затем и в Москве.

Алексей Карпов принимал участие во всех слетах лучших молодых специалистов на уровне дороги и компании, в рамках которых прошло много встреч с руководителями дорог и департаментов ОАО «РЖД». Был организован также круглый стол под председательством президента компании В.И. Якунина.

– Проведение подобных мероприятий – это прежде всего возможность напрямую пообщаться с высшим руководством, получить информацию из первых рук о сути реформ в компании, – поделился своим мнением Алексей. – Кто знает, возможно скоро кому-то из нас предстоит реализовать их на деле в качестве руководителей предприятий.

Так кто же он, лидер молодежи Приволжской? Первую специальность «Монтаж, наладка и эксплуатация электрического оборудования» Алексей получил, окончив семь лет назад Промышленно-экономический техникум в городе Фролово. Желание продолжить образование привело его в Ростовский государственный университет путей сообщения.

Параллельно с учебой он активно участвовал в разработке ряда инновационных проектов для железнодорожной отрасли в составе университетских научно-исследовательских групп. Коммуникабельный и та-

лантливый юноша скоро был избран председателем студенческого научного комитета кафедры автоматики и телемеханики и оставался в этой должности до окончания университета.

А еще Алексей со школьных лет, что называется, дружит с физкультурой. На протяжении всей учебы он защищал честь университета в составе сборной по пауэрлифтингу – одному из современных видов силового троеборья, которым достаточно серьезно занимается и по сей день. Следует сказать, при всем при этом Алексей Карпов окончил с отличием и техникум, и вуз.

Свою трудовую деятельность Алексей начал в 2007 г. на станции Иловля-1 в должности электромеханика. Творческое отношение к работе, ярко проявившиеся организаторские и лидерские качества не остались без внимания. Руководители дистанции решили, что от парня будет толк – уже через год Алексей стал старшим электромехаником на Себряковском участке.

Несмотря на молодость, ему в прошлом году поручили временно исполнять обязанности главного инженера дистанции. Именно в этот период он руководил и принимал непосредственное участие в пусконаладке устройств САУТ-ЦМ и КТСМ и практически со всеми поставленными задачами справлялся. Алексей доказал, что он действительно хороший специалист и ему можно доверять самые серьезные и ответственные дела.

А еще на недавнем слете в Волгограде был избран новый совет молодых специалистов Волгоградского отделения дороги, председателем которого единогласным решением назначен Алексей Карпов. Как всегда, он сразу активно взялся за дело. Всех планов раскрыть не стал, но о некоторых, по его мнению, самых актуальных на данный момент, все-таки рассказал:

– Сейчас очень серьезной проблемой на дороге является нехватка квалифицированных кадров.

Чтобы повлиять на сложившуюся ситуацию и попытаться привлечь внимание молодежи к «железке», Алексей и его помощники развернули большую агитационную работу среди будущих выпускников средних школ. На встречах со школьниками они рассказывают о железнодорожных профессиях, учебных заведениях, где их можно получить, действующих в отрасли социальных программах, отвечают на все интересующие старшеклассников вопросы.

Карпов предложил разработать и внедрить новую систему премирования наставников молодежи, приходящей на предприятия дороги после окончания учебных заведений. По его мнению, размер поощрения наставников должен напрямую зависеть от профессиональных достижений и карьерного роста ученика. На одном из слетов молодых специалистов эту идею поддержал и начальник Приволжской дороги А.В. Храпатый.

Сейчас по инициативе Карпова совет молодых специалистов Волгограда работает над созданием методики для начинающих специалистов. На ее страницах будет размещена справочная информация по наиболее часто возникающим производственным вопросам. В Инtranете создан аналогичный сайт, в разработке которого принимал участие Алексей.

Не забросил он и научную деятельность – часть свободного времени посвящает разработке инновационного проекта под названием «Волновые рельсовые цепи».

Карпов с оптимизмом смотрит в будущее, а это значит, впереди его ждут новые, еще более интересные дела и планы.



Встреча с начальником Департамента автоматики и телемеханики В.М. Кайновым на слете молодежи ОАО «РЖД»

Д. СЕЛИВЕРОВ



Материалы рубрики подготовлены по информационным листкам Дорожных центров научно-технической информации.

## КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ БЛОКОВ ПИТАНИЯ

В процессе эксплуатации устройств связи иногда случаются отказы в работе вентиляторов в блоках питания ССПС-128 и ИБП "Net Pro 19". Если этот отказ вовремя не обнаружить, может произойти перегрев и выход из строя оборудования "Обь-128".

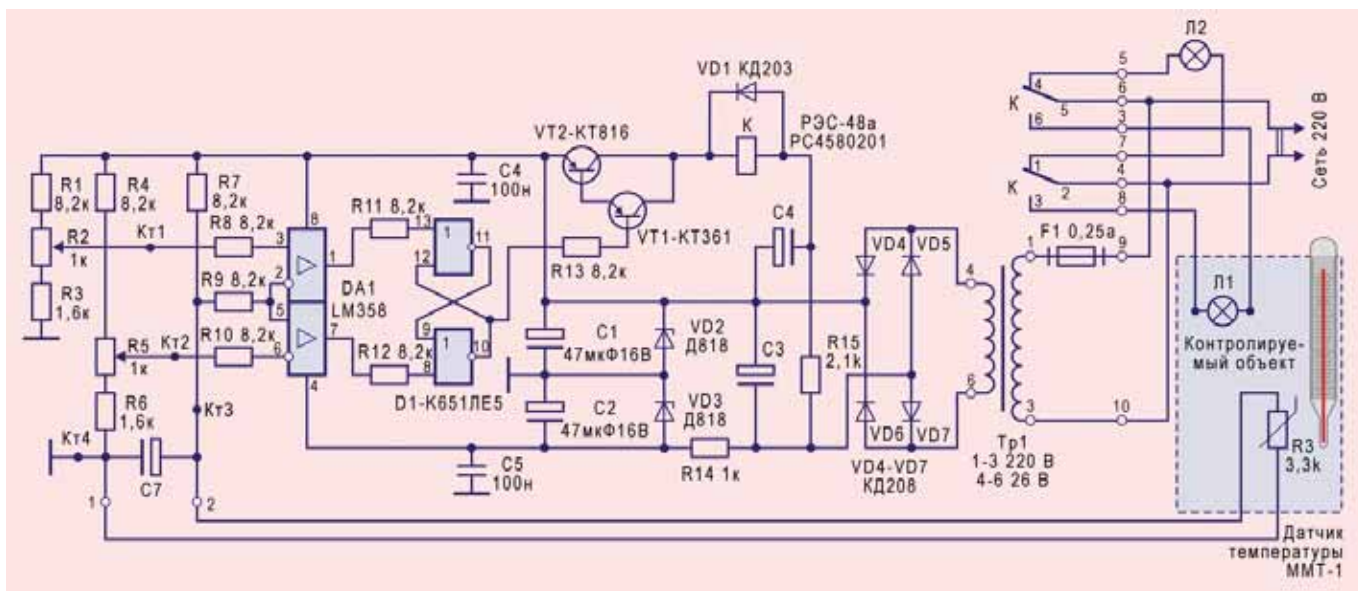
Во избежание подобных случаев старший электро-

даже исключить зимний режим. Выносной датчик смонтирован на внешней стороне блока питания.

Устройство контроля собрано на базе двухуровневого порогового устройства DA1. Триггер D1 управляет ключом на транзисторах VT1 и VT2. Исполнительным элементом является реле K.

Питание порогового устройства осуществляется от сети переменного тока 220 В через трансформатор Tr1 и выпрямительный мост VD4–VD7. Стабилитроны VD2–VD3 предназначены для стабилизации напряжения питания порогового устройства.

Нижний и верхний пороги срабатывания регулируются соответственно переменными резисторами R5 (маркирован красной меткой) и R2 (маркирован жел-



механик Челябинского РЦС Челябинской дирекции связи **З.Г. Газизов** предложил дополнить схему аппаратуры "Обь-128" устройством для контроля за температурным режимом блоков питания (терморегулятором) с двумя порогами срабатывания, схема которого представлена на рисунке. Нижний порог (+16°C) рассчитан на случай выхода из строя отопления в зимний период. Верхний (+30°C) – показывает, что вентилятор не работает, а температура превышает норму. При необходимости верхний и нижний пределы можно регулировать и

той меткой) в пределах  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Контакты 1–2 и 4–5 реле K обеспечивают нормальный режим работы, 2–3 и 5–6 замыкаются при аварийном состоянии (перегреве). Последние могут быть выведены на пульт дежурного электромеханика или диспетчера.

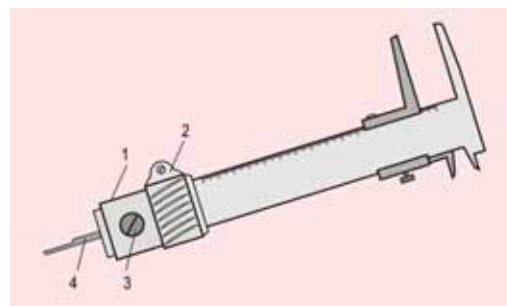
Устройство для контроля температуры блоков питания ССПС-128 и ИБП "Net Pro 19" помогает сохранить работоспособность оборудования как при низких (в зимний период), так и при высоких (в летний период) температурах.

## ИЗМЕРЕНИЕ ОСЕВОГО ЛЮФТА ЯКОРЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Согласно технологии ремонта, перед отправкой стрелочных электродвигателей на линию требуется измерять продольный люфт якоря или ротора. Поскольку устройства заводского изготовления для подобного рода измерений нет, электромеханик Чусовской дистанции Свердловской дороги **А.В. Сергеев** сделал специальное приспособление на основе штангенциркуля с глубиномером 4 (см. рисунок).

На штангенциркуле при помощи хомута 2 фиксируется муфта 1 с отверстием квадратного сечения под вал электродвигателя. Люфт измеряется после надежного закрепления приспособления на валу электродвигателя при помощи упорного болта 3 в муфте.

Предлагаемое приспособление повышает производительность труда при проверке и ремонте электродвигателей МСП, МСТ и обеспечивает более качественное выполнение технологии их проверки.





## СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕРКИ ДАТЧИКОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Для проверки датчиков обнаружения транспортных средств ДТР(О) в КИПе ремонтно-технологического участка электромеханиками Ишимской дистанции Свердловской дороги **А.М. Писарским** и **Д.А. Богусом** разработан и применяется специальный стенд, схема которого приведена на рис. 1. В качестве датчика импульсов используется блок базового контроля ББК, который питается от трансформатора TV1 СОБС-2Г. Наличие питающего напряжения контролируется лампой HL1. Для контроля работоспособности датчиков применены реле контроля (РК) и обнаружения (РО), а также включенные параллельно им лампы HL3 и HL4.

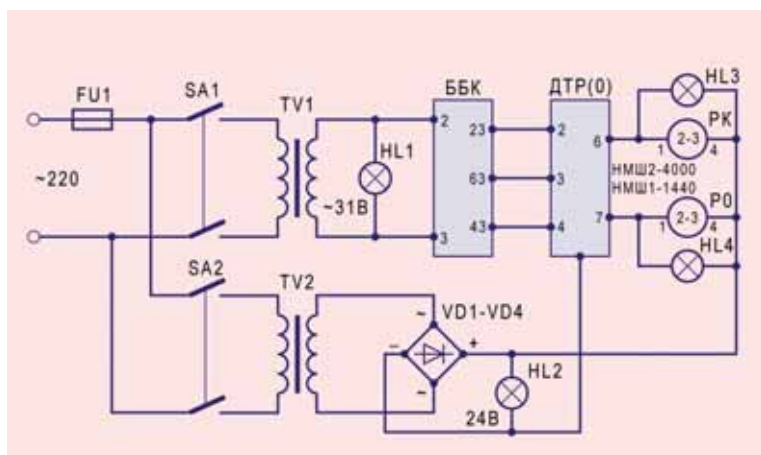


РИС. 1

Питание 24 В подается через понижающий трансформатор TV2, в качестве которого используются трансформатор питания генератора САУТ-89А.01.200, и диодный мост VD1–VD4, состоящий из диодов KD202K.

Включением тумблера SA1 питание подается через предохранитель FU1 (2 А) на блок ББК, с которого на ДТР (О) поступает напряжение 40 В и импульсы

запуска. При этом слышен характерный звук работы датчика.

Необходимое для работы контрольных реле напряжение величиной 24 В, контролируемое свечением индикатора HL2, подается тумблером SA2. При этом реле обнаружения РО встанет под ток, а индикатор HL4 загорится. Далее в зону действия датчика устанавливается любой объект. Если реле РО обесточивается, а индикатор HL4 гаснет, то значит датчик принял отраженный от объекта сигнал, что свидетельствует о его исправности. Любые другие положения реле контроля и обнаружения являются признаками неисправности датчика.

Внешний вид стенда представлен на рис. 2. Основу его составляет корпус от релейного блока СП-69 исполнительной группы БМРЦ, в котором размещены

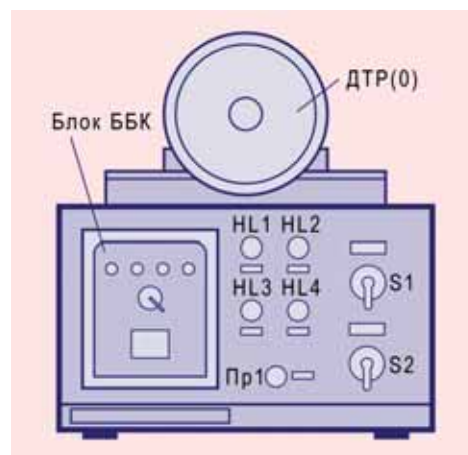


РИС. 2

все комплектующие детали стенда. На лицевой панели расположены органы управления, индикаторные лампы, а в верхней части корпуса с помощью болтов крепится датчик ДТР (О).

Внедрение стенда для проверки датчиков обнаружения транспортных средств позволило повысить оперативность работы и производительность труда электромехаников РТУ.

## ПРОГРАММА «АРМ КРОСС»

Известно, как много времени тратится на составление и корректировку кроссовых оперативных данных.

Электромеханик Горьковского РЦС Нижегородской дирекции связи **В.Н. Егоров** разработал программу "АРМ Кросс", которая позволяет полностью автоматизировать ведение кроссовой документации, быстро отыскивать необходимые абонентские данные, схемы прохождения цепей и связей, вести учет и анализ работы электромехаников местной сети.

Для работы с данными используется Internet Explorer, являющийся стандартным приложением Windows, поэтому отпадает необходимость в специальной программе, которая может быть недоступной из-за ограничений по техническим параметрам компьютера.

Программа «АРМ Кросс» является приложением сетевого уровня и поэтому доступ к данным осуществляется с любого компьютера, включенного во внутреннюю сеть для пользователей, зарегистрированных в базе данных.

Благодаря внедрению программы «АРМ Кросс» значительно увеличилась оперативность работы электромехаников кросса, сократилось время, затрачиваемое на заполнение многочисленных абонентских карточек и составление схем прохождения цепей и связей, отпала необходимость вручную высчитывать затраты времени на устранение электромеханиками повреждений в местной сети (для ежемесячного отчета). С введением «АРМ Кросс» у руководства появился механизм оперативного контроля устранения отказов и работы электромехаников местной сети.

## ПЕДАЛЬ ПД-3М СТАЛА НАДЕЖНЕЙ

Как известно, в студиях и диспетчерских пунктах переключение устройств оперативно-диспетчерской связи с приема на передачу осуществляется с помощью педали ПД-3М. Из-за негерметичности ее корпуса, а также вследствие высокой интенсивности использования происходит усталость металла контактной группы на замыкание и появляются сбои в работе педали.

Учитывая тот факт, что в штатном варианте педали имеется неиспользуемая пара нормально замкнутых контактов, электромеханик Оренбургского РЦС Челябинской дирекции связи **В.О. Куприев** предложил задействовать ее как резерв к основной группе контактов. Для этого он перебрал свободную группу контактов, собрав их в той же последовательности, как и основные, работающие на замыкание. Затем тщательно отрегулировал их на надежное замыкание при нажатии педали. Регулировку повторил еще раз через сут-

ки. Благодаря запараллеливанию основных и перекрестных контактов надежность работы педали повысилась.

Кроме того, вследствие интенсивности работы контактной группы теряется упругость, а зачастую происходит излом одного из контактов. В этом случае приходится менять всю контактную группу. Рационализатор предложил для замены использовать контакты от кнопок пульта-табло СЦБ. Контакты кнопки, бывшей в употреблении, лучше штатных контактов педали ПД-3М, а геометрические размеры позволяют произвести подобную замену. Увеличение давления контактов на несколько грамм пользователи (ДНЦ, ДСП) не ощущают.

Данное предложение позволяет повысить надежность работы педали диспетчера. Это особенно актуально для электронных устройств, в которых педаль является единственным узлом, имеющим механические контакты.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗАДНЕЙ ГОЛОВКИ БАРОВОЙ УСТАНОВКИ

■ На Орской дистанции Южно-Уральской дороги уже несколько лет применяется баровая установка для рытья траншей на базе трактора МТЗ-82. На задней

головке баровой установки заводом-изготовителем устанавливается двойная звездочка из двух половинок с двумя подшипниками № 214.

В процессе эксплуатации выяснилось, что после пропила траншеи длиной около 500 м все заводские уплотнения приходят в негодность, и в подшипники попадает влага, песок и другие мелкие частицы грунта. Это приводит к преждевременному износу подшипников, звездочки и цепи.

Рационализаторы дистанционных мастерских токарь **П.А. Рукавицын**, тракторист **С.М. Пятницкий** и электросварщик **Е.С. Горбат** предложили вместо звездочки на задней головке поставить сборный ролик, который вращается на одном подшипнике № 312, имеющем несколько плотных уступов (см. рисунок). Ролик плотно входит в основание, исключая тем самым попадание частиц грунта в подшипник задней головки баровой установки.

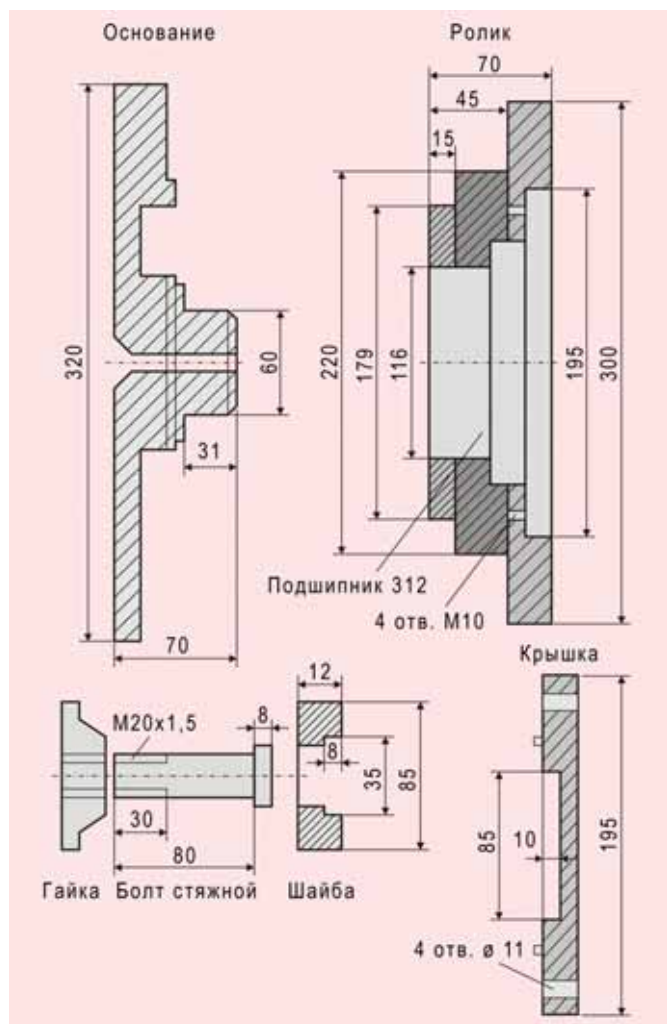
После пропила пяти километров грунта с использованием предлагаемого ролика при разборке конструкции оказалось, что в подшипник и внутреннюю камеру ни влага, ни песок не попали – смазка в них была абсолютно чистой и подшипник находился в идеальном состоянии.

Как показала практика, при длительной эксплуатации неизбежно возникает незначительный износ плотных уступов. В этом случае необходимо просто подтянуть болт и выбрать зазор.

Внедрение этого предложения позволило резко снизить расходы на приобретение запасных частей (цепей, подшипников, звездочек) и трудозатраты на их замену.

Сокращение простоя техники из-за поломок дало возможность форсировать работы по замене отслужившего свой срок кабеля и повысить тем самым надежность работы устройств СЦБ и безопасность движения поездов.

Экономический эффект от внедрения этого предложения составил 45,2 тыс. руб. Следует отметить, что оно заняло II место на отраслевом конкурсе «Идея-2007».



# ЮБИЛЕЙ ПЕРВОЙ МПЦ EBILOCK-950 В РОССИИ

■ В июне 1999 г. впервые в России на станции Калашниково Октябрьской дороги была включена в эксплуатацию система микропроцессорной централизации с использованием высоких и передовых технологий — Ebilock-950. Событие, которому минуло десять лет, дало мощный толчок к развитию и внедрению микропроцессорных систем, в том числе отечественных.

Этому предшествовала кропотливая работа, в первую очередь, руководства Министерства путей сообщения России и Департамента автоматики и телемеханики, а также Департамента управления перевозками, коллективов ПГУПС, ВНИИАС, службы автоматики и телемеханики Октябрьской дороги, компании «Трансигналстрой», созданного тогда совместного предприятия ООО «Бомбардье Транспортейшн (Сигнал)» и одноименного шведского предприятия. Пользуясь случаем, хотелось бы также поблагодарить непосредственных исполнителей, реализовавших пилотный проект на станции Калашниково.

Совместными усилиями было разработано техническое задание на систему МПЦ, технические решения и рабочий проект. Как программное обеспечение, так и аппаратные средства были адаптированы к особенностям российских железных дорог с учетом условий содержания напольного оборудования и сложившейся системы технического обслуживания, выработаны оптимальные режимы работы объектных контроллеров стрелок и сигналов и проведены доказательства безопасности микропроцессорной системы.

Специалисты компании «Бомбардье Транспортейшн (Сигнал)» разработали алгоритмы функционирования МПЦ и на их основе создали новое прикладное программное обеспечение. Для этого потребовалось добиться однозначного понимания логики работы российских устройств СЦБ программистами. Пришлось создать «Азбуку СЦБ» — ведь в новой системе не существовало привычных релейных схем.

Первое программное обеспечение было многократно проверено



специалистами различных уровней в отношении обеспечения безопасности и функциональности, для чего были разработаны специальные методики, обнаруживающие любые ошибки, способные привести к опасным ситуациям и исключать их тиражирование в дальнейшем.

Впервые все основные зависимости, проверяемые при пусконаладочных работах, и система объектных контроллеров были протестированы в заводских условиях. Таким образом, практически готовая к эксплуатации система МПЦ Ebilock-950 была доставлена на станцию Калашниково. Оставалось только подключить напольные объекты (стрелки, сигналы, рельсовые цепи) и провести станционные приемочные испытания. 8 июня 1999 г. система МПЦ Ebilock-950 была комиссионно принята в опытную эксплуатацию, акт об этом утвержден первым заместителем министра МПС РФ.

На следующий год станция Калашниково была включена в постоянную эксплуатацию. Это дало толчок широкому внедрению системы МПЦ Ebilock-950.

Разработки для станции Калашниково послужили основой для типовых решений, что позволило в дальнейшем широко внедрять систему на сети российских дорог.

Сегодня уже 78 станций (2306 стрелок) по всей России оснащены системой микропроцессорной централизации Ebilock-950. Разработаны сотни алгоритмов работы МПЦ с интегрированными автоматической и полуавтоматической блокировкой, системами местного управления, переездной сигнализации, ограждения путей, управления тормозными

упорами, САУТ, УКСПС, КГУ, ГАПС, МАПС и др. Следует отметить, что Ebilock-950 интегрируется и с системами верхнего уровня, в том числе с диспетчерскими централизациями «Сетунь», «Диалог», «Тракт».

Разработаны все необходимые типовые проектные решения и типовая технология реализации проектов, имеются программы и методики испытаний, руководства по эксплуатации системы. Создана система сервисного обслуживания. Период гарантийного обслуживания составляет три года с момента ввода МПЦ в эксплуатацию.

Компания «Бомбардье Транспортейшн (Сигнал)» не останавливается на достигнутом и предлагает современные решения — центральный процессор нового поколения, производительность которого по сравнению с уже применяемыми на Российских дорогах выше в 20 раз. Он представляет собой принципиально новый уровень развития систем МПЦ.

Новая платформа Ebilock-950 — R4 предназначена для решения более сложных и высокотехнологичных задач. При ее реализации можно управлять из единого центра одной или несколькими станциями с общим количеством стрелок до полутора тысяч. Она строится на общедоступном промышленном оборудовании и операционных системах. Гибкость в обновлении аппаратного и программного обеспечения позволяет без проблем легко «подстраивать» систему на действующих станциях при значительных изменениях путевого развития и увязывать ее с различными диагностическими и управляющими комплексами.



# МНОГООБРАЗИЕ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ МИРА



**С.В. ВЛАСЕНКО,**  
доцент ОмГУПСа



**Г. ТЕЕГ,**  
доцент Технического  
университета Дрездена

Среди различных устройств контроля местоположения поезда особое место занимают рельсовые цепи (РЦ), изобретенные более 140 лет назад американским инженером Вильямом Робинзоном. После многочисленных экспериментов он предложил схему нормально замкнутой РЦ (рис. 1), которая использует рельсовые нити для передачи питания с одного конца цепи на противоположный.

■ На рисунке приняты следующие обозначения: 1 – питание, 2 – рельсовый соединитель, 3 – рельс, 4 – путевое реле, 5 – изолирующие стыки. При занятии контролируемой зоны поездом, а также при большинстве возникающих неисправностей реле обесточивается, приводя схему в защитное состояние.

Однако такая схема имеет определенный недостаток: при слабой нагрузке на ось, а также покрытых ржавчиной, песком, мазутом или листьями рельсах проходящий поезд может «потеряться» на секции. Такое явление известно как «плохой шунт»: сопротивление между рельсом и колесом слишком высокое, поэтому реле продолжает получать питание и не обесточивается. Для исключения этой опасности существуют различные способы. В некоторых странах чувствительность рельсовых цепей регулярно проверяют нормативным шунтом. На железных дорогах других государств установлены максимальные интервалы времени, за которые по такому пути должен проехать хотя бы один поезд (например, 24 ч в Германии), иначе РЦ будет выключена из зависимости. Во Франции и Англии нежелательная изоляция между рельсом и колесом пробивается короткими высоковольтными импульсами.

Рельсовые цепи бывают постоянного тока, переменного тока низкочастотные, с импульсами высокого напряжения, переменного тока высокочастотные, используемые обычно как бесстыковые.

## РЦ постоянного тока.

Первыми стали применяться РЦ постоянного тока, так как в то время единственными источниками питания были батареи, а высоковольтных линий передачи энергии еще не существовало. РЦ постоянного тока стали распространяться в США с 1871 г., а в Европе – с 1895 г. В США рельсовые цепи использовались для непрерывного контроля участков проследования поезда по станциям и перегонам. Если длина блок-участка превышала длину РЦ, на ней устанавливали несколько рельсовых цепей, которые питались через фронтовые контакты путевого реле предыдущей РЦ. В Европе первые рельсовые цепи имели длину несколько

десятков метров и контролировали занятость участка перед сигналом. Информация о подходе поезда поступала дежурному по станции, и маршрут окончательно замыкался. РЦ для непрерывного контроля местоположения поезда появились в Европе значительно позднее, например в Германии лишь с 1913 г. Сегодня еще во многих странах Европы (Швеции, Норвегии, Швейцарии, Дании и Англии), Азии и Америки применяются РЦ постоянного тока с непрерывным питанием, в других странах на смену им пришли кодовые рельсовые цепи.

## Низкочастотные РЦ переменного тока.

Благодаря появлению линий передачи электроэнергии на дальние расстояния стали применять рельсовые цепи переменного тока, которые теперь используются в большинстве стран мира. В начале 1920-х годов на базе РЦ частотой 100 Гц была создана кодовая автоблокировка CSS, эксплуатируемая на некоторых железных дорогах США до сих пор. Зеленому огню проходного сигнала в ней соответствуют 180 импульсов в минуту, об ограничении скорости сообщают 120 импульсов, о приближении к запрещающему сигналу предупреждают 75 импульсов. В большинстве других стран, не имеющих тяжеловесных поездов, три кода считаются недостаточными для выбора скорости. В системах АТВ-FG (Голландия) и LS (Чехия и

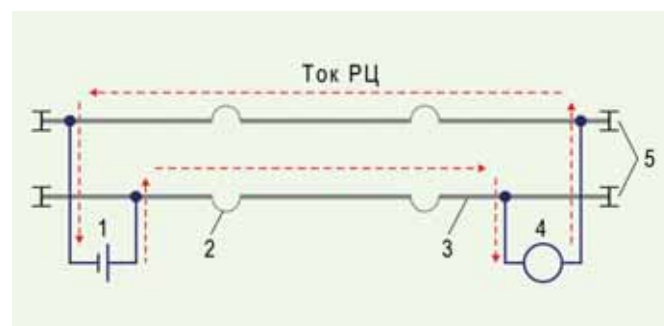


РИС. 1



РИС. 2

Словакия) имеется четыре кода, в системе EVM (Венгрия) – семь кодов, а в системе ВАСС (Италия), использующей наложение кодов на двух несущих частотах РЦ, – девять кодовых комбинаций. На рис. 2 показана граница кодовых РЦ системы LS на участке с электротягой переменного тока в Чехии. В странах, где РЦ переменного тока не используются в качестве канала передачи информации для АЛС, они имеют непрерывное питание и применяются преимущественно на участках с электрической тягой. Для повышения помехозащищенности такие РЦ могут иметь фазочувствительные приемники.

#### РЦ с импульсами высокого напряжения.

Рельсовые цепи с импульсами высокого напряжения подобны импульсным РЦ постоянного тока. На примере РЦ типа «Jeumont» рассмотрим их отличие. Эти рельсовые цепи имеют очень короткое время импульса (3 мс), высокий уровень напряжения на пике импульса (100 В). Короткий импульс передается через трансформатор, применяемый для РЦ переменного тока. Частота импульсов постоянна (три импульса в секунду), поэтому невозможно их использовать для локомотивной сигнализации.

Такой тип РЦ был разработан для участков с плохими условиями шунтирования, где проходит мало поездов или они подолгу там стоят. Импульсы высокого напряжения обеспечивают электрический пробой образовавшейся ржавой пленки и снижают переходное сопротивление между колесом и рельсом. Приемник распознает асимметричную волновую форму сигнала

и управляет работой реле первого класса надежности (рис. 3).

РЦ отделены друг от друга изолированными стыками. Максимальная длина рельсовой цепи с центральным питанием составляет 2000 м на участках с электрической и 3500 м на участках с автономной тягой.

Имеются и другие РЦ с импульсами высокого напряжения, например типа Lucas. Оборудование питается от 4 В постоянного тока, таким образом РЦ не требуют центрального электроснабжения и могут работать от одноразовых батарей при периодической их замене. На питающем конце формируются импульсы напряжением 20–40 В. РЦ типа Lucas не пригодны для электрифицированных участков и ограничены по длине.

РЦ с импульсами высокого напряжения используются главным образом на железных дорогах Англии и ее бывших колоний, а также во Франции.

#### Высокочастотные РЦ переменного тока.

Если соседние рельсовые цепи питаются напряжениями различной частоты, сигналы в них не мешают друг другу, и изолированные стыки теряют свой первоначальный смысл. Чтобы их исключить, во второй половине минувшего столетия разработали высокочастотные РЦ. При увеличении частоты сигнала сопротивление балласта уменьшается, а сопротивление рельсов увеличивается, что вызывает большее затухание сигнала. Отсюда следуют два преимущества: более четко определяются физические границы РЦ, а также снижается влияние климатических факторов, так как активное сопротивление балласта в меньшей степени влияет на параметры линии. Недостатком таких РЦ является их короткая длина: максимальное удаление релейного конца от питающего не превышает 1000 м для частот в несколько сот герц и 100 м для частот выше 20 кГц. Поэтому почти все высокочастотные РЦ подключаются по схеме с центральным питанием. Генератор передает сигнал в линию к расположенным в противоположных сторонах приемникам, и общая длина РЦ увеличивается вдвое. Основной сложностью является установка точных границ между бесстыковыми РЦ. Для решения такой задачи имеется несколько способов, определяемых типами этих рельсовых цепей (рис. 4).

Управляемые током приемники контролируют состояние РЦ по уровню тока, протекающего через рельсы. Этот ток преобразуется в измеряемой ка-

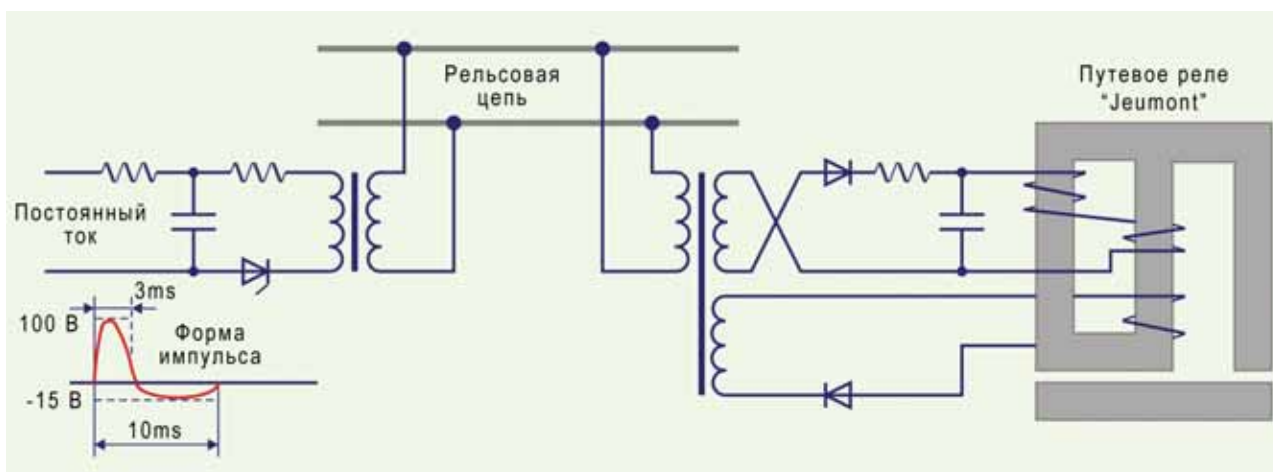


РИС. 3

тушке в напряжение (рис. 5). Примером являются бесстыковые РЦ типа «Alstom», работающие на частотах от нескольких сот до десяти тысяч герц и имеющие по две приемные катушки. Если секция свободна, ток протекает по рельсовой линии через входное сопротивление соседней РЦ и регистрируется на катушках путевого приемника. Если поезд находится между питающим и релейным концом РЦ, на катушках отсутствует напряжение соответствующей частоты, и приемник фиксирует занятость контролируемого участка. Другим примером являются бесстыковые РЦ типа «Reed», использующие восемь частот из диапазона 363–384 Гц и специальные «резонансные шунты», отрегулированные по частотам соседних рельсовых цепей. При свободности РЦ сигнальный ток протекает через резонансный шунт, где считывается приемной катушкой. Преимуществом рассмотренных видов РЦ являются их большая длина, а также точное разграничение зон действия. Они применяются на железных дорогах многих стран Западной Европы.

Управляемые напряжением рельсовые цепи могут иметь искусственно устанавливаемые границы или оставаться без них благодаря высокому затуханию сигналов тональных частот. В рельсовых цепях TI21 (фирма «Bombardier») не применяют дополнительные соединения между рельсами (рис. 6), и эти РЦ работают на восьми частотах диапазона 1550–2600 Гц. Зона затухания сигнала на границе между РЦ зависит от многих факторов и составляет 10–15 м. Поэтому концы соседних рельсовых цепей относят друг от друга на расстояние 20 м, а нахождение шунта в промежуточной зоне контролирует ближайший путевой приемник. В трансформаторе приемного конца имеется «резонансный шунт» для сигнала соседней РЦ, и таким образом ограничивается зона ее действия. Эти РЦ получили широкое распространение в странах Центральной и Восточной Европы.

В бесстыковых рельсовых цепях (ТРЦ) российского производства частотой от 420 до 780 Гц аппаратура соседних участков располагается совместно и отсутствуют дополнительные соединения между рельсами. ТРЦ не имеют точных границ, зона перекрытия участка смежными рельсовыми цепями составляет несколько десятков метров. Благодаря передаче сигналов от соседних РЦ через общую пару проводов снижаются расходы на кабель. Однако большая зона перекрытия участка смежными РЦ не позволяет использовать их как бесстыковые на станциях, где требует-

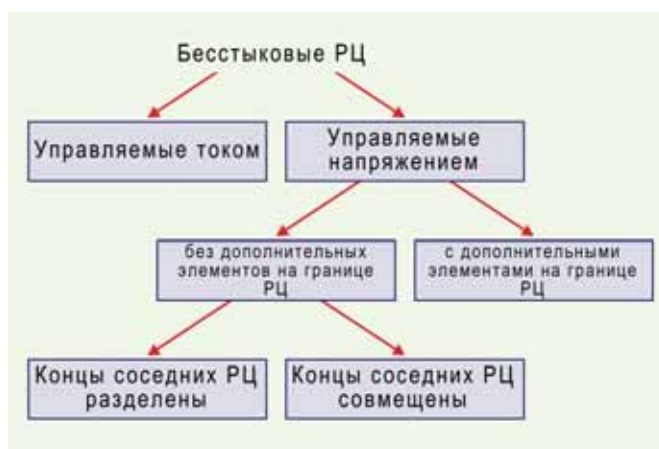


РИС. 4

ся большая точность при определении границ секций. В настоящее время такими рельсовыми цепями оснащено более 15 тыс. км железнодорожных путей главным образом в странах бывшего СССР.

Бесстыковые РЦ с дополнительными соединениями между рельсами устанавливают более точные границы контролируемых участков с помощью «резонансных шунтов» или обычных перемычек. Во французской РЦ «Aster Type U» аппаратура питаю-

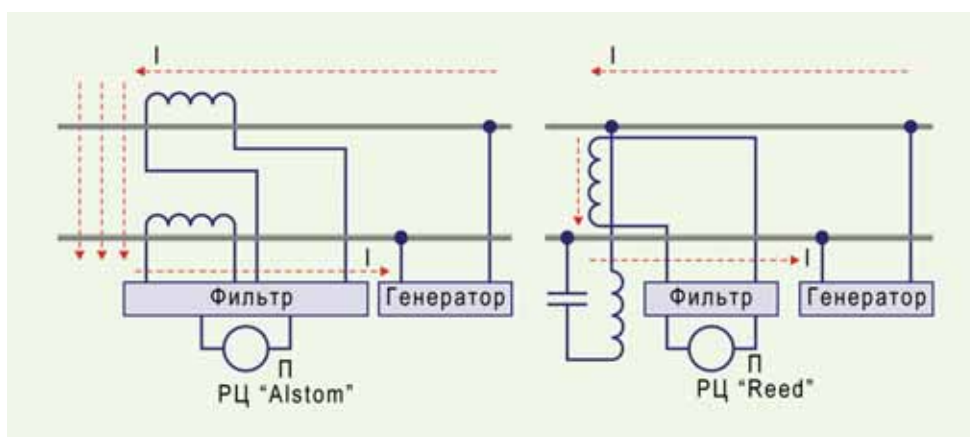


РИС. 5

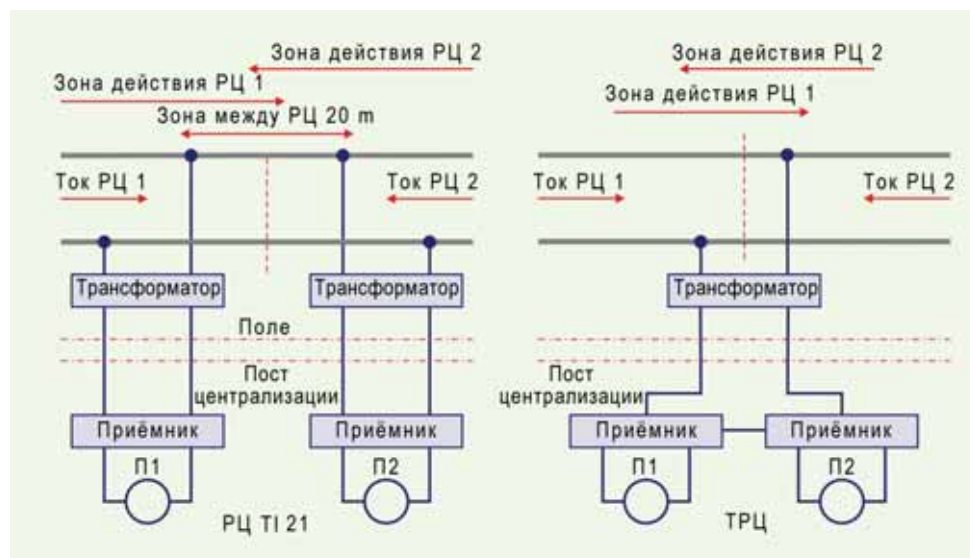


РИС. 6



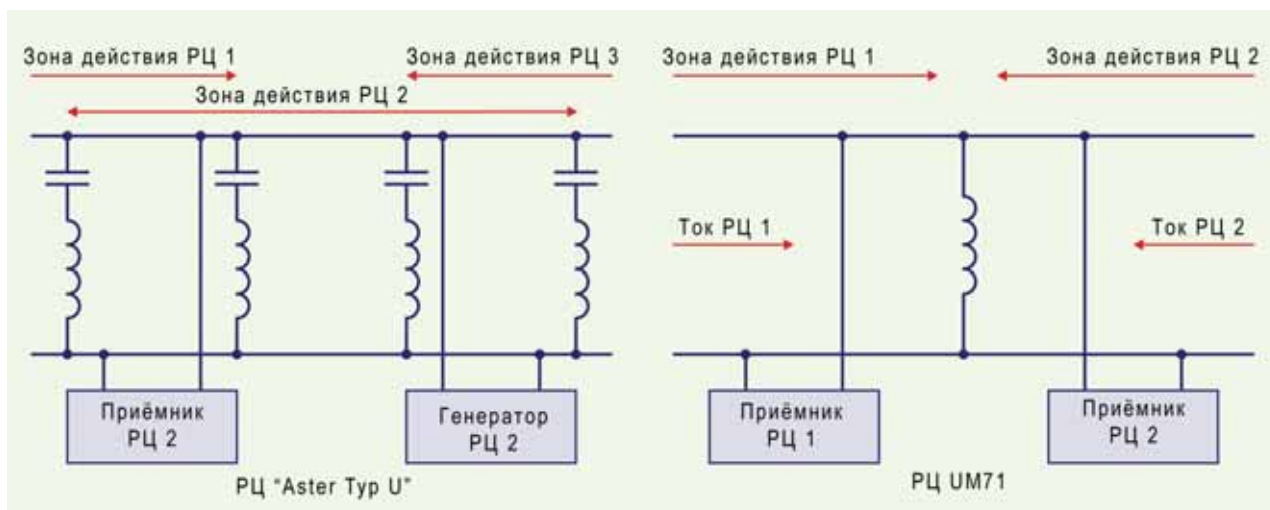


РИС. 7



РИС. 8

щих и релейных концов подключается через трансформаторы к зоне перекрытия двух РЦ (рис. 7). Границей РЦ2 будут внешние, расположенные слева и справа «резонансные шунты», обеспечивающие короткое замыкание на конкретной частоте. Внутренние «резонансные шунты» ограничивают зону действия соседних рельсовых цепей РЦ1 и РЦ3. Используемые частоты находятся в диапазоне от 1,7 до 2,6 кГц.

Принцип работы бесстыковых рельсовых цепей UM71 (фирма «Union Switch & Signal») аналогичен рассмотренному ранее. Эти РЦ используют четыре частоты в таком же диапазоне. Сигналы РЦ затуха-

ют в расположенной между ними катушке и полностью гаснут в трансформаторе соседней рельсовой цепи. Эти РЦ широко распространены в США и Австралии.

Бесстыковые рельсовые цепи FTG S (фирма Сименс) используют 12 частот в двух диапазонах: от 4,75 до 6,25 кГц для протяженных бесстрелочных участков и от 9,5 до 16,5 кГц для коротких стрелочных секций. Перемычка между рельсами имеет форму буквы «S». На рис. 8 показана граница между рельсовыми цепями в виде S-перемычки. Ее индуктивность обеспечивает короткую зону перекрытия сигнала благодаря резонансной цепи LC (рис. 9). Протяженность этой зоны зависит от частоты и варьируется от 7 до 19 м. РЦ FTG S можно встретить как на железной дороге, так и на линиях метрополитенов в разных странах мира. Принцип работы рельсовых цепей FTG S и бесстыковых марки «Aster Type 1 Watt» аналогичен. Только в РЦ «Aster Type 1 Watt» используют 6 частот диапазона 1,6–2,8 кГц.

В настоящее время разные фирмы разрабатывают и испытывают новые рельсовые цепи высокочастотного диапазона. Главные требования, предъявляемые к ним, определяются применяемыми системами АЛС, т. е. необходимостью кодирования, количеством кодов и типом их наложения на РЦ, состоянием балласта рельсовой линии, нормативными значениями поездного шунта (от 1 Ом в Англии до 0,06 Ом в России), типами электрической тяги и способами защиты РЦ от опасных и мешающих влияний. При этом разработчики решают следующие общие задачи. В схемах РЦ необходимо исключить реле и другие механические элементы. Коды АЛС должны выдаваться электронными передатчиками, находящимися в генераторах и приемниках РЦ, кодовые параметры перепрограммироваться под требования любой страны. Требуется повысить надежность, срок службы элементов РЦ и свести к минимуму профилактические работы по их обслуживанию, а также снизить стоимость аппаратуры, расходы на ее проектирование и монтаж для обеспечения конкурентоспособности устройств железнодорожной автоматики на мировом рынке.

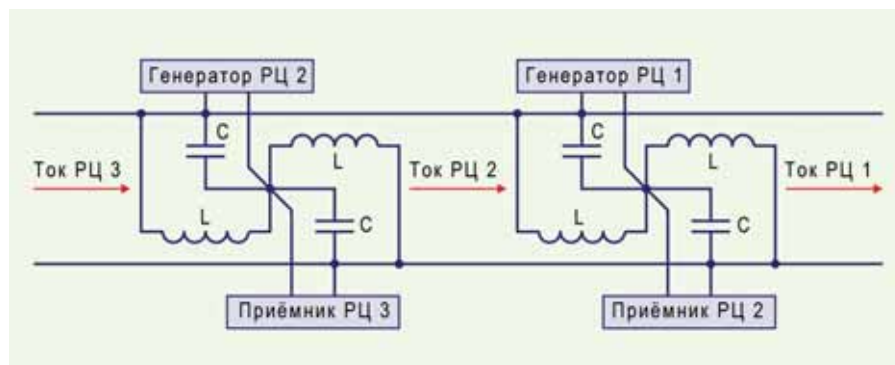


РИС. 9



**М.А. КСЕНОФОНТОВ,**  
ОАО "КОНЦЕРН  
"ИНФОРМСИСТЕМА-СОЮЗ",  
канд. техн. наук

**Целенаправленные совместные усилия ученых разных стран обеспечили передачу больших объемов информации на большие расстояния. Однако организация «последней мили» зачастую по-прежнему остается узким местом. Из-за трудностей распространения радиоволн внутри зданий, а также в условиях плотной застройки или сложного рельефа местности, как правило, используются направляющие линии (фидеры). Затраты на фидеры и их монтаж могут быть весьма существенными.**

# СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ «ПОСЛЕДНЕЙ МИЛИ»

■ Впервые проводящие конструкции и коммуникации были использованы для передачи информации еще в 20-е годы прошлого века. Тогда по высоковольтным линиям была осуществлена передача данных со скоростью 2,4 кбит/с с помощью так называемой PLC-системы (PowerLine Communication). Она использовалась в основном для сигнализации в энергосистемах и на железных дорогах и была низкоскоростной.

Качественный сдвиг в развитии PLC-технологии произошел в конце 90-х гг. благодаря достижениям радиосвязи и зарубежной идее организации "последней мили" для информационного потока Интернет по электросети. Схематичное представление сигналов, распространяющихся при этом в сети, показано на рис. 1.

Первопроходцами услуг подобного доступа в Интернет стали энергетические компании Англии и Германии, выступившие в качестве операторов новых сетей. В дальнейшем интенсивная разработка методик и оборудования, обеспечивающего использование электропроводки для передачи

информации, велась в условиях конкурентной борьбы между тремя континентальными группировками: европейской – Universal Powerline Association (DS2, RWE, ASCOM), американской – HomePlug Powerline Alliance (Intellon, Intel, Cisco, Motorola Texas Instruments, General Electric, Connexant, Arcados, Radio Shack) и азиатской – SECA Powerline Alliance (Sony, Mitsubishi, Panasonic и др.).

Верх одержал консорциум HomePlug Powerline Alliance, образованный в 2000 г. Значительную роль в этом сыграл стандарт HomePlug AV, разработанный одной из компаний консорциума Intellon (USA). Следует заметить, что ныне консорциум объединяет 90 крупных компаний, причем сюда вошли и бывшие конкуренты. Вся аппаратура для PLC-систем в качестве платформы использует наборы микросхем компании Intellon.

Главное преимущество стандарта HomePlug AV – скорость и устойчивость связи в условиях помех, создаваемых в электросети при подключении потребителей.

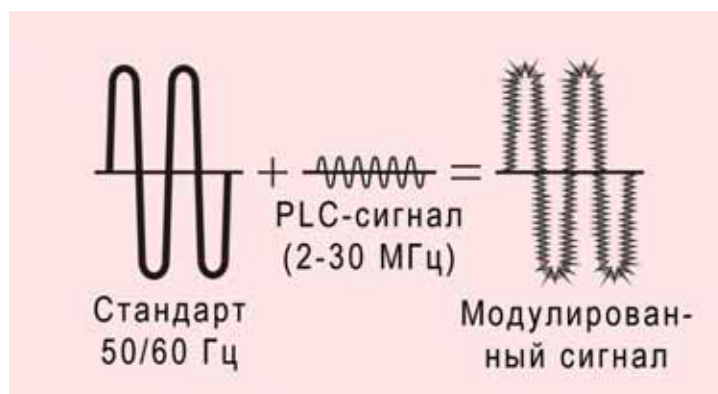


РИС. 1

Максимальная заявленная скорость 200 Мбит/с. Она характеризует физический уровень, но канал используется для передачи как пользовательских данных, так и служебной информации. Последняя занимает около 60 % пропускной способности сети и повышает надежность основной передачи.

В реальных условиях максимальная скорость передачи составляет 80 Мбит/с, в проблемных случаях – не менее 40 Мбит/с. Есть сведения, что за счет нового чипсета INT7400 и расширения полосы частот до 40 МГц к концу этого года скорость будет увеличена вдвое. На сегодняшний день стандарт HomePlug AV является единственной альтернативой кабелю Ethernet для организации "последней мили" с целью трансляции широкоэмительного потока IP-телевидения стандартной четкости (SDTV) и передачи видео высокой четкости (HDTV). Фрагмент сети представлен на рис. 2.

Для повышения пропускной способности используется полоса частот 2–30 МГц и применяется способ передачи данных OFDM (orthogonal frequency division multiplexing) – ортогональное частотное разделение с мультиплексированием. Последний обеспечивает разделение скоростного потока данных на ряд параллель-

ных подпотоков с низкой скоростью, каждый из которых затем используется для модуляции своей поднесущей частоты (используется от 917 до 1155 частот), причем спектры подпотоков перекрываются. Для устранения взаимного влияния расстояние между поднесущими должно находиться в определенном соотношении с частотой манипуляции в элементарном канале (ортогональность).

Повышение достоверности передачи достигается избыточным кодированием. Сначала формируется спектр (комплексный) OFDM символа, потом при помощи обратного быстрого преобразования Фурье (IFFT) формируется его временная реализация. Между OFDM символами вставляется специальный защитный символ, который служит для предотвращения межсимвольной интерференции, возникающей из-за непостоянства частотной характеристики коэффициента передачи канала. Расшифровка сообщения на приемном конце выполняется путем прямого быстрого преобразования Фурье (FFT). Используемый тип модуляции – дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция (DQPSK).

Протокол доступа к среде (MAC) основан на методе множественного доступа с контролем несущей и

предотвращением конфликтов (CSMA/CA). Наличие в этом методе периода ожидания до начала каждого сеанса позволяет снизить уровень внутрисистемных конфликтов. На физическом уровне CSMA/CA регламентирует передачу пакетов таким образом, что каждая посылка передается лишь после оценки состояния канала связи и поступления от приемника сигнала, свидетельствующего о его готовности.

Эффективность работы оборудования стандарта HomePlug AV в сложной помеховой обстановке обеспечивается за счет гибкого изменения параметров системы с учетом изменяющихся частотной характеристики канала, а также уровня и распределения помех. С этой целью в оборудовании реализованы три процедуры: адаптация к реальной помеховой обстановке путем исключения пораженных рабочих частот; оперативная смена типа модуляции на поднесущих: при увеличении уровня помех манипуляция DQPSK меняется на более помехоустойчивую DBPSK; снижение скорости передачи данных для повышения помехоустойчивости за счет выбора параметров сверточного кода.

Необходимо отметить, что адаптация к помеховой обстановке осуществляется без потери данных. Например, если одна из поднесущих частот, пораженная помехой, отключается, передаваемый на этой частоте пакет данных автоматически восстанавливается при последующей обработке информации в приемнике. Это достигается перемежением и каскадным коди-

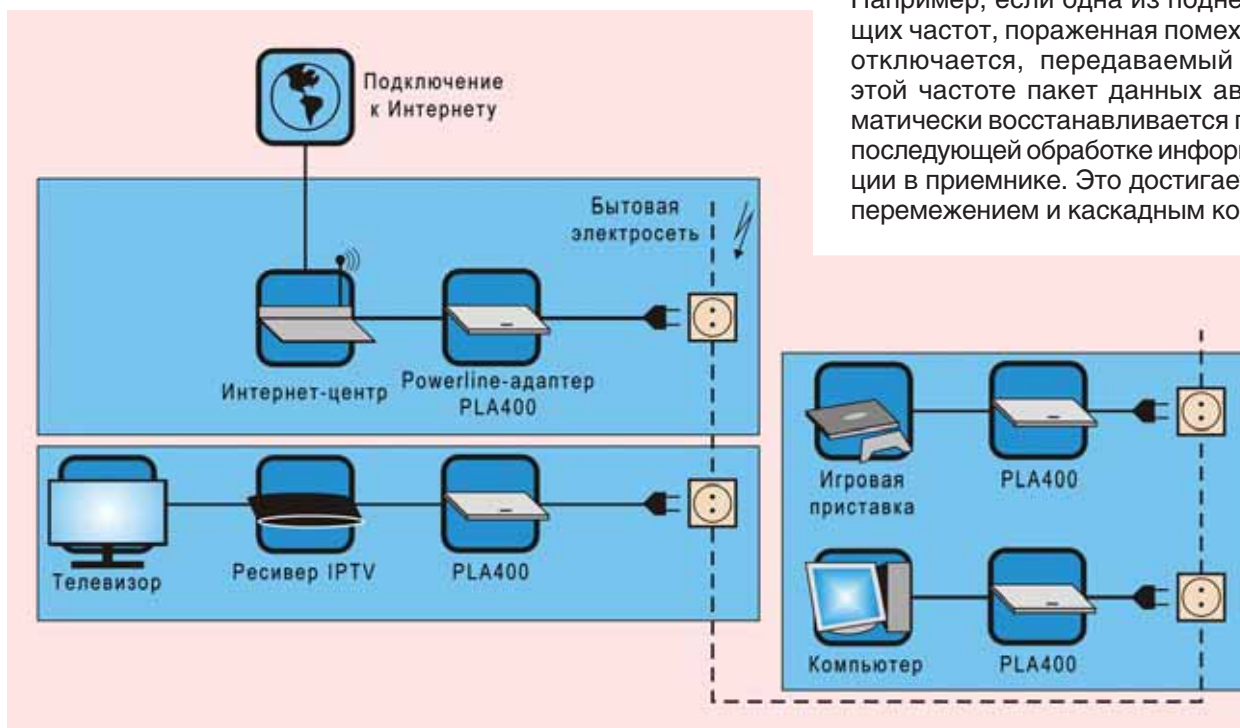


РИС. 2



**Главный редактор:**  
Т.А. Филюшкина

**Редакционная коллегия:**  
С.Е. Ададуров, Б.Ф. Безродный,  
В.Ф. Вишняков, В.М. Кайнов,  
Г.Д. Казиев, А.А. Кочетков,  
Б.Л. Кунин, В.М. Лисенков,  
П.Ю. Маневич, В.Б. Мехов,  
В.М. Ульянов, М.И. Смирнов  
(заместитель главного редактора)

**Редакционный совет:**  
А.В. Архаров (Москва)  
В.А. Бочков (Челябинск)  
А.М. Вериги (Москва)  
В.А. Дашутин (Хабаровск)  
В.И. Зиннер (С.-Петербург)  
В.Н. Иванов (Саратов)  
А.И. Каменев (Москва)  
А.А. Клименко (Москва)  
В.А. Мишенин (Москва)  
Г.Ф. Насонов (С.-Петербург)  
А.Б. Никитин (С.-Петербург)  
В.И. Норченков (Челябинск)  
В.Н. Новиков (Москва)  
А.Н. Слюняев (Москва)  
В.И. Талалаев (Москва)  
А.Н. Шабельников (Ростов-на-Дону)  
Д.В. Шалягин (Москва)  
И.Н. Шевурдин (Иркутск)

**Адрес редакции:**  
111024, Москва,  
ул. Авиамоторная, д.34/2

**E-mail:** asi@css-rzd.ru

Телефоны: отделы СЦБ и пассажирской  
автоматики – (495) 262-77-50;  
отдел связи, радио и вычислительной  
техники – (495) 262-77-58;  
для справок – (495) 262-16-44

Корректор В.А. Луценко  
Компьютерная верстка Е.И. Блиндер

Подписано в печать 29.05.2009  
Формат 60х88 1/8.  
Усл. печ. л. 6,84 Усл. кр.-отт. 8,00  
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 540  
Тираж 3540 экз.  
Оригинал-макет "ПАРАДИЗ"  
www.paradiz.ru  
(495) 795-02-99, (495) 158-66-81

Отпечатано в ООО "Типография Парадиз"  
143090, Московская обл.,  
г. Краснознаменск,  
ул. Парковая, д. 2а

рованием, основанными на сочетании блочного кода Рида-Соломона и сверточного кода с декодированием по алгоритму Витерби. Такой метод позволяет исправлять как одиночные ошибки, так и пакеты. Протокол HomePlug AV имеет поддержку качества обслуживания непрерывной передачи потоков видео и аудио – QoS. Защита данных обеспечивается 128-разрядным шифрованием – AES.

Скорость передачи данных рассматриваемой сети может динамически изменяться, адаптируясь к характеристикам передающей среды и окружающей помеховой обстановке. В силу того, что силовой и информационный потоки распространяются в одной двухпроводной направляющей системе и имеют одинаковую структуру электромагнитных полей, потребители электроэнергии вносят диссипативные потери и неоднородности в линию связи. Кроме того, ситуация осложняется тем, что в современных технологиях отбора электроэнергии основные операции – трансформирование напряжения,

нагрузки. Производители адаптеров, обеспечивающих связь по стандарту HomePlug AV, декларируют дальность связи по обычной неадаптированной сети до 300 м и скорость передачи до 80 Мбит/с. Внешний вид адаптеров одного из ведущих производителей – тайваньской фирмы ZyXEL показан на рис. 3.

Чипсеты, реализующие возможности HomePlug, в настоящее время производят четыре компании: Arkados, Conexant, Intellon и Maxim. Они продвигают три ключевые технологии: HomePlug 1.0 + AV – соединение внутри дома, включая цифровые компьютерные и потребительские устройства; HomePlug BPL – соединение между домами, приложения Broadbandover-Powerline; HomePlug Home Automation – интеллектуальное управление домашними электронными устройствами.

В заключение следует отметить, что, к сожалению, при разработке реального оборудования PLC-систем возникли препятствия нормативно-правового характера, самыми серьезными из которых оказались борь-



РИС. 3

создание развязки и реактивного балласта – сейчас выполняются на частотах, существенно превышающих промышленную частоту переменного тока. Это позволило значительно уменьшить массу и габаритные размеры аппаратуры, однако антипомеховые фильтры потребителей при этом сильно шунтируют высокочастотные сигналы систем передачи информации, действующих в той же сети, уменьшая коэффициент передачи линии. Таким образом, передача информации в сети электропитания сильно зависит от количества потребителей электроэнергии.

Дальность связи и скорость передачи информации зависят от физического состояния линий и текущей

ба с помехами и строгое соблюдение требований электромагнитной совместимости с радиолюбительскими службами, работающими в диапазоне 1,6–30 МГц. Поскольку международные стандарты, регламентирующие широкополосный доступ по электросети, отсутствуют, все страны вынуждены руководствоваться своими национальными нормами. В США – это FCC NR 15, Германии – NB30, Великобритании – MPT1570 и т. д. Сложность решения правовых вопросов привела к тому, что в одних странах работы по использованию PLC для организации "последней мили" ведутся весьма активно, в других – акцент смещен на организацию домашних сетей.