

# Многофункциональные комплексы для малых станций на основе применения распределенных контролируемых пунктов

**И. Д. ДОЛГИЙ**, канд. техн. наук, заведующий кафедрой «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» РГУПС

**А. Г. КУЛЬКИН**, канд. техн. наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией

«Системы диспетчерского контроля и управления» РГУПС

**Д. В. ШВАЛОВ**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» РГУПС



**На железных дорогах России в настоящее время эксплуатируется более 93 000 стрелок электрической централизации (ЭЦ) со сроком службы свыше 25 лет (более 70% от общего количества). Особенно сложная ситуация с техническими средствами малых (до 20 стрелок) станций, расположенных как на главных направлениях сети железных дорог, так и на малодеятельных участках. Только по Северо-Кавказской дороге в рассматриваемую категорию попадают 110 станций, что составляет 35% от общего числа малых станций на дороге. При этом необходима срочная замена 45 систем ЭЦ, так как срок их эксплуатации превышает 35 лет.**

На современном этапе развития железнодорожного транспорта страны основным стратегическим направлением модернизации средств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) является комплексное внедрение микропроцессорных устройств (МПУ) взамен релейных, выработавших свой ресурс и не отвечающих современным требованиям к составу реализуемых функций [1]. Современные МПУ должны строиться на основе стопроцентного резервирования аппаратно-программных средств и иметь в своем составе развитые подсистемы самодиагностирования, логического контроля действий оперативного и эксплуатационного персонала, технического диагностирования и мониторинга (в том числе удаленного) средств ЖАТ. Последнее особенно актуально с учетом необходимости создания сетевой многоуровневой системы технического диагностирования и мониторинга средств ЖАТ и перехода к системе технического обслуживания «по состоянию» с выявлением предотказных состояний, что позволит повысить уровень безопасности движения поездов и

существенно сократить эксплуатационные расходы.

При модернизации средств ЖАТ предпочтительнее использовать системы и устройства отечественной разработки и производства. Особое внимание должно уделяться созданию нормативной основы для обеспечения жизненного цикла МПУ ЖАТ и подготовке высококвалифицированных специалистов для их эксплуатации. В Ростовском государственном университете путей сообщения (РГУПС) реализуется одно из направлений научно-технического развития средств ЖАТ — создание многофункциональных комплексов ЖАТ на основе распределенных контролируемых пунктов (РКП).

## Принципы построения распределенных контролируемых пунктов и их реализация в ДЦ-ЮГ

Концепция построения станционных устройств ЖАТ на основе РКП впервые была реализована при создании микропроцессорной диспетчерской централизации ДЦ-ЮГ с РКП [2–4], устройствами которой оборудованы участки на Северо-Кавказской, Запад-

но-Сибирской, Красноярской дорогах и на Казахстанских железных дорогах. Система ДЦ-ЮГ с РКП имеет следующие сертификаты соответствия:

- № РОСС RU.ЖА02.Н00038 в Системе сертификации ГОСТ Р Госстандарта России;
- № ССЖТ RU.ЦШ08.Г.00383 в Системе добровольной сертификации на железнодорожном транспорте Российской Федерации;
- № 1832 в Системе сертификации средств защиты информации (на отсутствие недеklarированных возможностей программного обеспечения).

В структуре ДЦ-ЮГ с РКП (рис. 1) элементом верхнего уровня является пункт управления (ПУ), входящий в состав диспетчерского центра управления перевозками (ДЦУП). В состав аппаратуры ПУ входят автоматизированное рабочее место поездного диспетчера (АРМ ДНЦ) и автоматизированное рабочее место дежурного электромеханика (АРМ ШН), объединенные в локальную сеть.

Элементами нижнего уровня являются контролируемые пункты (КП), устанавливаемые на постах ЭЦ станций участка. В состав аппаратуры контролируемых пунктов входят следующие блоки:

- РКП-ТУ, РКП-ТС — блоки телеуправления и телесигнализации, обеспечивающие сопряжение аппаратуры ДЦ-ЮГ с РКП на КП с устройствами ЭЦ;
- РКП-ОТУ — блоки вывода ответственных команд телеуправления;
- РКП-Ц — центральный блок управления контролируруемыми пунктами, обеспечивающий взаимодействие КП с ПУ и соседними КП.

Кроме того, в зависимости от требований конкретного проекта в состав КП

могут входить блоки телеизмерений РКП-ТИ, предназначенные для измерения постоянного и переменного напряжений, и блоки преобразования интерфейсов РКП-ПИ, обеспечивающие обмен информацией с другими системами ЖАТ.

Блоки РКП-ТУ, РКП-ТС, РКП-ТИ, РКП-ПИ конструктивно выполнены в корпусах реле типа НМШ или РЭЛ и устанавливаются в релейных помещениях на свободных местах стивов ЭЦ. Поэтому контролируемые пункты системы ДЦ-ЮГ с РКП получили название «распределенные».

Все блоки контролируемого пункта объединены двухпроводной локальной сетью. Использование локальной сети позволяет создать открытую систему с возможностью объединения средств ЖАТ различного функционального назначения и реализовать унифицированный формат обмена сообщениями. Высокий уровень надежности и длительный срок службы такой системы обеспечиваются с помощью специальных методов обнаружения ошибок, алгоритмов автоматического повтора ошибочных сообщений при использовании принципов самостоятельной локализации неисправностей и применении аппаратуры с высокой устойчивостью к электромагнитным помехам.

Агрегатный принцип построения программного и аппаратного обеспечения системы на базе РКП обеспечивает унификацию, технологичность в серийном производстве, простоту изменения объема выполняемых функций и конфигураций.

### Современные требования к комплексу станционных средств железнодорожной автоматики и телемеханики для малых станций

Современные станционные средства ЖАТ должны выполнять функции телеуправления, телеконтроля, технического диагностирования и непрерывного мониторинга. Такой набор функций определен с учетом максимальной интеграции возможностей различных систем в единый комплекс для реализации следующих классов задач:

- автономный (с рабочего места ДСП) или централизованный (из ДЦУП или с соседней крупной станцией) контроль и управление станцией;
- автоматизация задания маршрутов при сокращении моторных действий ДСП, передача микропроцессорной аппаратуре функций управления средствами оповещения монтеров пути,

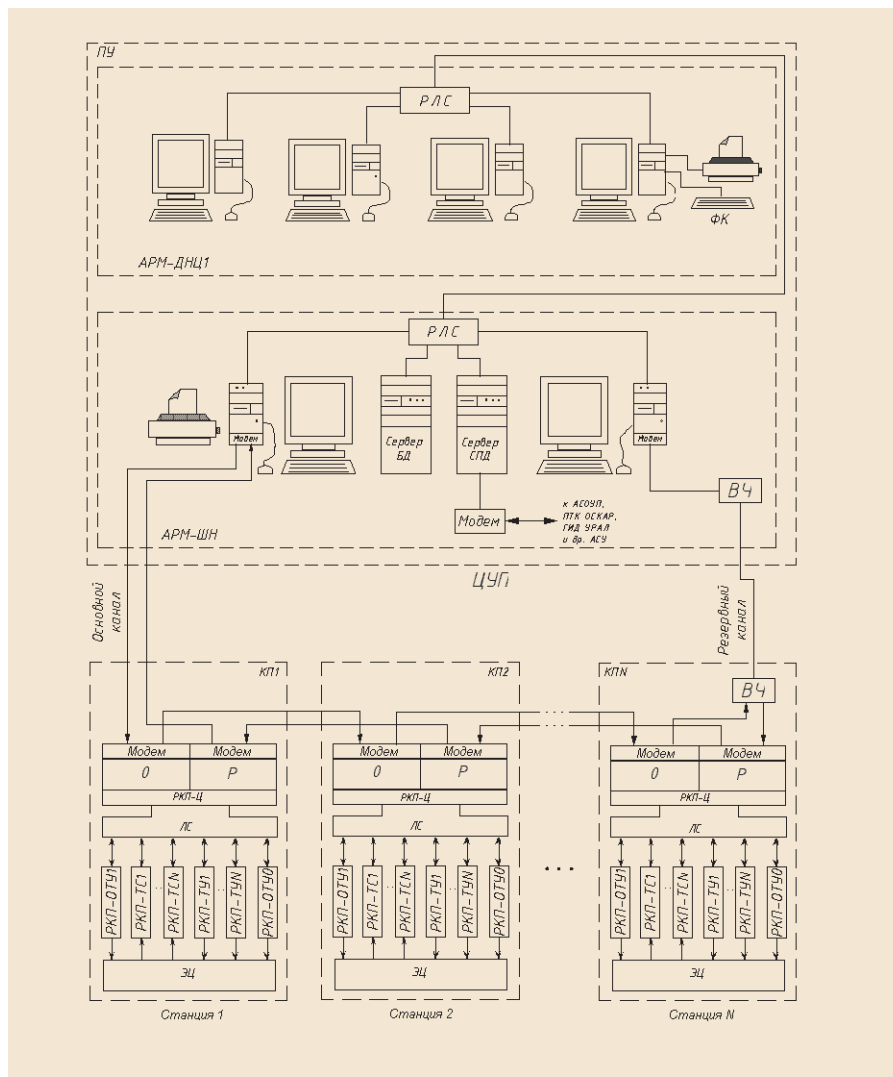


Рис. 1

тоннельной и мостовой сигнализации и другими;

- самодиагностирование аппаратно-программных и релейных средств методами непрерывного логического и параметрического контроля;
  - автоматизированное документирование технологических событий в привязке к астрономическому времени, ведение статистических баз данных (в том числе учет ресурса срабатываний релейной и микропроцессорной аппаратуры);
  - информационное взаимодействие с АСУ всех уровней, станционными системами обеспечения безопасности, средствами ЖАТ;
  - организация постоянных и оперативных информационно-справочных баз данных;
  - обеспечение санкционированного доступа персонала к ресурсам системы.
- Функциональные возможности технических средств ЭЦ, построенных в массовом объеме в 60-х — 80-х годах XX века, не обеспечивают реализацию современных требований. Замену выра-

ботавших ресурс релейных ЭЦ на релейные системы современной разработки, например, применяемую для оборудования малых станций ЭЦ-12-03, нельзя считать эффективной: релейные системы ЭЦ, даже новые, не свободны от недостатков в части информационного взаимодействия с техническими средствами обеспечения безопасности и управления движением, имеют традиционную схему технического обслуживания, требуют микропроцессорных «надстроек» для проведения диагностических процедур. Кроме того, значительный объем релейно-ставивного оборудования — более 125 реле на стрелку — определяет высокую стоимость системы (за последние три года цена на медь повысилась вдвое) и высокие эксплуатационные расходы.

Микропроцессорные системы централизации (МПЦ) дороже релейных и релейно-процессорных (РПЦ) вариантов в 4–12 раз. Причем в составе МПЦ остаются релейные компоненты для увязки с напольными устройствами, а реальная экономическая отдача может

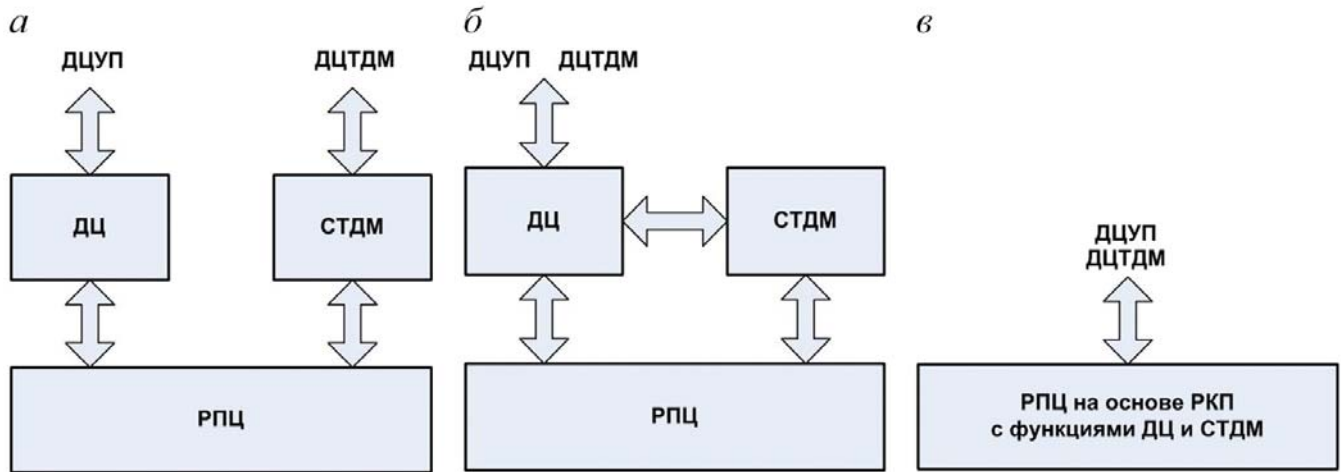


Рис. 2

быть достигнута при внедрении на крупных (более 35 стрелок) станциях.

Функциональный состав МПЦ и РПЦ, как правило, не отличается, так как определяется верхним (микропроцессорным) уровнем систем, поэтому замену выработавших ресурс средств ЭЦ малых станций целесообразно выполнять устройствами РПЦ.

Рассмотрим различные варианты замены оборудования ЭЦ, выработавшего ресурс, на РПЦ. При традиционном, широко применяющемся в сети железных дорог варианте (рис. 2а) РПЦ дополняется такими функционально ориентированными микропроцессорными системами, как диспетчерская централизация (ДЦ) и система технического диагностирования и мониторинга (СТДМ) устройств ЖАТ. В этом случае требуются разработка программно-технических решений взаимодействия РПЦ-ДЦ и РПЦ-СТДМ, выполнение значительных объемов проектирования для трех разных систем и большие капитальные затраты при изготовлении и строительстве.

С целью оптимизации каналов передачи информации — от КП ДЦ в дорожный центр управления перевозками (ДЦУП) и от СТДМ в дорожный центр технического диагностирования и мониторинга (ДЦ ТДМ) — применяется вариант увязки СТДМ и ДЦ с передачей всей информации по каналу связи системы ДЦ (рис. 2б).

При использовании рассмотренных вариантов неизбежны сложности реализации информационного, программного и аппаратного согласования, а кроме того, необходимы квалифицированные специалисты для технического обслуживания систем РПЦ, ДЦ и СТДМ различных типов. Это не всегда возможно для малых станций, где в большинстве случаев нет постоянного

оперативного и эксплуатационного персонала. К тому же нужно иметь в запасе уникальное оборудование для каждой из систем, что существенно увеличивает эксплуатационные расходы.

Перспективным представляется вариант замены ЭЦ малой станции на основании системного подхода, при котором комплексное решение функциональных задач обеспечивается применением многофункциональных средств РПЦ (рис. 2в) вместо строительства и увязки систем РПЦ, ДЦ и СТДМ. Таким многофункциональным комплексом является разработанная в РГУПС система РПЦ-ДОН [5].

### Многофункциональный комплекс РПЦ-ДОН

В состав РПЦ-ДОН (рис. 3) входят рабочее место дежурного по станции (РМ ДСП), рабочее место электромеханика (РМ ШН), резервированный центральный блок управления (РКП-Ц), коммутаторы локальной сети Ethernet (Switch), блоки ввода сигналов телекоммуникации (РКП-ТС20), блоки вывода сигналов телеуправления (РКП-ТУ8, РКП-ТУ12), блоки вывода сигналов ответственного телеуправления (РКП-ОТУ8), блоки ввода сигналов телеизмерения (РКП-ТИ8).

Распределенный контролируемый пункт обеспечивает программное выполнение и контроль реализации логики маршрутного набора, не требующие дополнительных схемных решений. Кроме того, РКП формирует квитирующие сообщения, контролирует техническое состояние устройств ЖАТ, выполняет функции самодиагностирования.

Комплекс технических средств РКП содержит более 15 типов блоков различного функционального назначения и различных модификаций, объеди-

ненных локальной сетью CAN ISO-11898.

Система РПЦ-ДОН построена с полным резервированием всех компонентов технических средств РМ ДСП, РМ ШН, станционных локальных сетей, блоков РКП-Ц, модулей сопряжения с исполнительными устройствами. Локальная сеть РКП на базе стандартов CAN обеспечивает работу в режиме «жесткого» реального времени, высокую помехоустойчивость, бесконфликтный аппаратный арбитраж доступа к сети без потери пропускной способности, непрерывный контроль ошибок передачи и приема данных. При использовании одной из основных в мировой практике операционной системы реального времени QNX достигается необходимый уровень информационной безопасности.

В качестве перспективных направлений развития системы можно выделить реализацию биометрических методов идентификации персонала, а также применение компонентов и элементов с «поверхностным» монтажом, сверхминиатюрных, с низким энергопотреблением.

В настоящее время комплекс РПЦ-ДОН функционирует в режиме постоянной эксплуатации на станции Роговская Северо-Кавказской дороги, разрабатываются проекты для оборудования еще ряда станций.

### Преимущества внедрения на малых станциях многофункциональных комплексов на основе распределенных контролируемых пунктов

Использование РКП при оборудовании малой станции позволяет внедрить изделия отечественного производства, упростить и сократить цикл под-

готовки устройств к сдаче в эксплуатацию, а также сократить объем проектных (на 30%) и строительно-монтажных (на 50%) работ с уменьшением на 20–30% расхода монтажного провода и на 90% — кабеля межстативных соединений.

Удельная стоимость (в расчете на одну стрелку) оборудования малой станции комплексом РПЦ-ДОН показана на рис.4. В результате расчетов, проведенных для условий трех конкретных станций Северо-Кавказской дороги (3, 5 и 18 стрелок) с выработавшими ресурс устройствами ЖАТ, установлено, что с увеличением количества стрелок на станции удельная стоимость оборудования сокращается. Отметим, что наряду с оценкой затрат непосредственно на оборудование станции устройствами РПЦ-ДОН (проектирование узвязки процессорного и релейного оборудования, адаптация программные и пуско-наладочные работы) проведен расчет стоимости замены напольного оборудования, кабельного хозяйства, приобретения и установки транспортабельного модуля, а также учтены прочие и непредвиденные расходы.

Использование РПЦ-ДОН на малых станциях помимо улучшения экономических показателей при строительстве и модернизации станционных средств ЖАТ обеспечивает:

- сокращение временных и финансовых затрат при корректировке описания станций, подключения дополнительных устройств (в том числе принципиально новых для железнодорожного транспорта по принципу действия) и задач за счет использования стандартных структур данных, протоколов и процедур представления и передачи информации;
- обеспечение достоверной и своевременной информацией оперативных сотрудников и руководителей как «по горизонтали», так и «по вертикали» управления при использовании селекции, логической обработки и соответствующей компоновки данных;
- комплексную реализацию требований отраслевых стандартов на системы различного функционального назначения, что обеспечивает единый подход при эксплуатации и сопровождении;
- повышение достоверности сведений о местонахождении поезда и прогноза его перемещений, что способствует лучшей информированности пассажиров железнодорожного транспорта

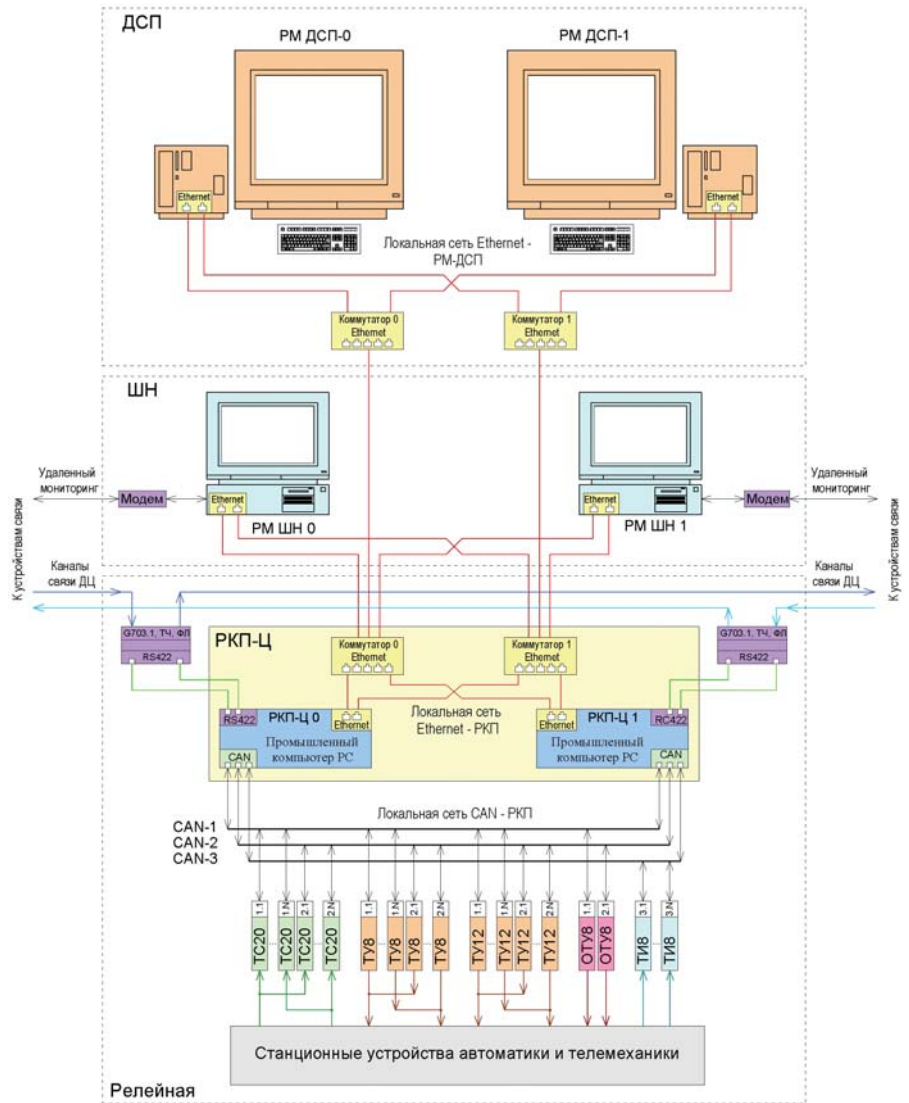


Рис. 3

и, следовательно, дальнейшему росту его конкурентоспособности;

- создание комфортной информационной среды для диспетчеров и технического персонала, рост престижности профессии электромеханика СЦБ.

Сравнительная оценка различных вариантов применения РПЦ-ДОН позволяет сделать следующее заключение. Автономное использование на отдельной станции целесообразно либо на этапе отработки схемотехнических и программных решений, либо при наличии перспективы оснащения соседних станций средствами РПЦ (проводится обучение персонала в реальных условиях, модифицируется технология обслуживания, анализируются возможности системы и т. п.). В остальных случаях применение РПЦ-ДОН экономически нецелесообразно, так как эффективность оказывается мнимой и поглощается возрастающими затратами на содержание специально обучен-

ного штата и приобретение уникального запасного оборудования.

Управление примыканиями с крупной станции экономически оправдано сокращением эксплуатационного персонала на малых станциях, обеспечением всех преимуществ централизованного управления крупным объектом, возможностью внедрения новых технологий обслуживания. Целесообразно также использование на объектах промышленного транспорта, в портах и т. п.

Комплексное диспетчерское управление участком обеспечивает наибольшую эффективность использования функционального потенциала системы. При этом минимизируются затраты на проектирование (использование однотипных схемных решений, автоматизация процесса адаптации программного обеспечения для конкретной топологии), строительно-монтажные и пуско-наладочные работы (единая технология монтажа и регулировки, реа-



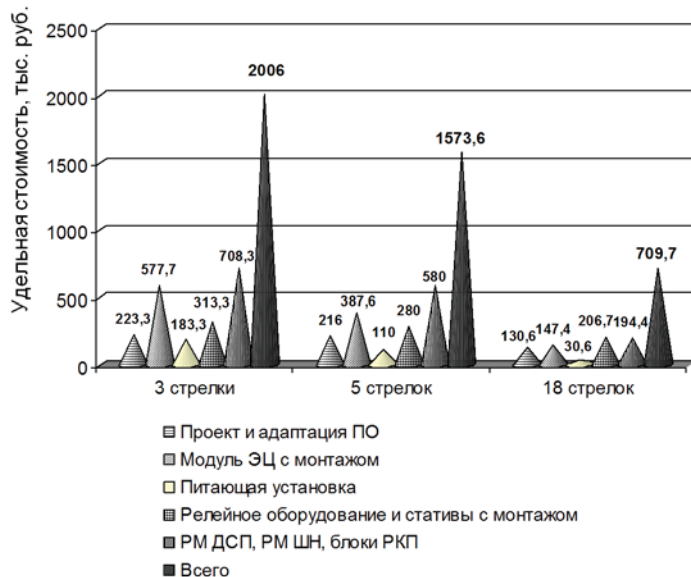


Рис. 4

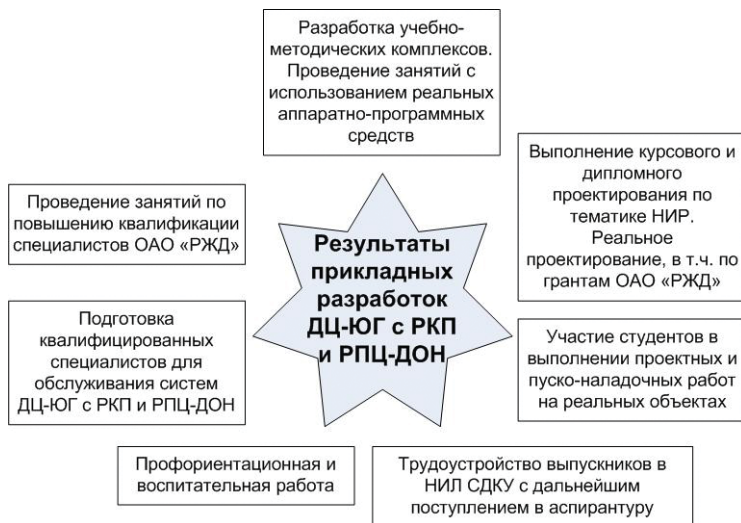


Рис. 5

лизация преимуществ распределенных технических структур), эксплуатацию (сокращение эксплуатационно-технического штата, упрощенная корректировка программного обеспечения и типовых схем при изменении путевого развития).

Возможен вариант замены на диспетчерских участках аппаратуры микропроцессорных контролируемых пунктов в комплексе с релейной централизацией с истекшим сроком службы на РПЦ. При этом сохраняются некоторые компоненты микропроцессорных средств и прикладного программного обеспечения с ориентировочным удешевлением проекта в целом на 12–15%.

### Использование прикладных разработок в учебном процессе

Создание условий для реализации инновационных образовательных

программ и совершенствования многоуровневой системы непрерывной профессиональной подготовки высококвалифицированных специалистов на основе комплексного решения научно-исследовательских, прикладных и образовательных задач — одна из основных проблем, стоящих в настоящее время перед отраслевыми образовательными учреждениями высшего профессионального образования.

Использование результатов прикладных разработок в учебном процессе кафедры «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» РГУПС (см. рис. 5) позволяет решать следующие задачи:

- реализацию инновационных образовательных технологий и программ, основанных на интеграции результатов научно-исследовательской и научно-производственной деятельности и использовании современно-

го учебно-лабораторного оборудования, в том числе моделей реальных производственно-технологических процессов;

- создание многоуровневой системы обучения «среднее профессиональное образование — высшее профессиональное образование — послевузовское образование (переподготовка, повышение квалификации, сертификация и аттестация специалистов)», учитывающей требования работодателей к профессиональным и социально-личностным компетенциям специалистов;

- разработку информационно-методического обеспечения образовательного процесса, создание учебно-методических комплексов для всех видов и форм обучения, реализацию гибких учебных планов и программ индивидуальной подготовки специалистов с учетом изменяющихся интересов конкретных работодателей, разработку программно-методических средств для профессиональной подготовки работников железнодорожного транспорта;

- создание системы для поддержки самостоятельной работы студентов на основе использования компьютерных образовательных технологий и соответствующего методического обеспечения с целью углубления знаний в области профессиональных компетенций и формирования способностей к самостоятельной научно-исследовательской работе;

- разработку и реализацию форм и методов повышения эффективности подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Кайнов В. М. Пути дальнейшего развития систем и устройств ЖАТ // Автоматика, связь, информатика. — 2009. — № 1. — С. 2–5.
- Долгий И. Д., Кулькин А. Г., Пономарев Ю. Э. и др. Диспетчерская централизация ДЦ-ЮГ с распределенными контролируемыми пунктами // Автоматика, связь, информатика. — 2002. — № 8. — С. 2–5.
- Долгий И. Д., Кулькин А. Г., Скопин А. А. Реализация ответственных команд в системе «ДЦ-ЮГ с РКП» // Автоматика, связь, информатика. — 2003. — № 2. — С. 9–13.
- Долгий И. Д., Кулькин А. Г., Пономарев Ю. Э. Процедуры обмена сообщениями в ДЦ-ЮГ с РКП // Автоматика, связь, информатика. — 2008. — № 5. — С. 13–17.
- Каменев А. И., Долгий И. Д., Кулькин А. Г. Система управления малыми станциями РПЦ-ДОН // Автоматика, связь, информатика. — 2007. — № 5. — С. 5–7.