



# Применение модульных микроконтроллеров ADAM-5000/ТСР для диагностики оборудования комплекса «Тракт»

Сергей Васильев

В данной статье рассказывается о применении микроконтроллера ADAM-5000/ТСР на сборочном производстве для диагностики оборудования комплекса «Тракт», используемого в системах диспетчерской централизации на железнодорожном транспорте. Выбор ADAM-5000/ТСР обосновывается результатами анализа требований к разработке. Приводятся описания аппаратной и программной частей диагностического комплекса.

## ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Комплекс технических средств (КТС) «Тракт» — это современный многофункциональный микропроцессорный комплекс, применяемый на железнодорожном транспорте в системах диспетчерской централизации для обеспечения заданной пропускной способности железных дорог с учётом требований по безопасности, для организации речевого оповещения и др.

КТС «Тракт» включает в себя следующие взаимосвязанные подсистемы: пункт управления (ПУ), контролируемые пункты на станциях участка (КП) и распределённую коммуникационную подсистему.

На рис. 1 показан типовой КП.

Каждый КП соединён с множеством элементов железнодорожной автоматики (рельсовые цепи, стрелки, светофоры, элементы системы речевого оповещения). К каждому КП может быть подключено до двух тысяч внешних цепей. Внешние цепи подключаются к модулям управляющего микропроцессорного комплекса через устройства сопряжения с объектом (УСО). УСО обеспечивают согласование по электрическим характеристикам сигналов и защиту микропроцессорных модулей от помех и перенапряжений.

Большая часть соединений в КП реализована печатным монтажом, выполненным на кросс-платах, которые используются в каждом крейте. Однако соединения между крейтами, а также цепи подключения КП к объекту управления выполнены проводным монтажом, и количество таких соединений тоже велико. Поэтому для обеспечения высокой надёжности КП, помимо проверки работы процессорных модулей и УСО, необходимо выполнять проверку всего монтажа, особенно проводного. Ручной способ проверки при его высокой трудоёмкости не может обеспечить достаточной гарантии от пропуска ошибок. В целях обеспечения необходимого уровня надёжности выпускаемого оборудования, повышения производительности работы сборочного участка, а также автоматизации учёта информации по выпускаемой продукции назрела необходимость разработать для проверки КП автоматизированный диагностический комплекс (АДК).

## ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, УЧИТЫВАЕМЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АДК

Изначально полагалось, что обязательной составляющей диагностического комплекса должно быть АРМ



Рис. 1. Контролируемый пункт комплекса «Тракт»

(автоматизированное рабочее место), построенное на базе IBM PC совместимого компьютера, который бы обеспечивал пользовательский интерфейс, а также осуществлял общее управление работой комплекса и формирование отчётов.

При разработке АДК были учтены условия его применения:

- на производственном участке выполняется механическая сборка КП, монтаж электрических кабелей и жгутов, проверка и диагностика готовых изделий;
- одновременно осуществляется сборка до 20 стоек КП;
- производственные помещения имеют ограниченную площадь, при этом участок контроля и диагностики и сборочный участок размещаются в одном помещении;
- обеспечить мобильность АРМ АДК при полной загрузке сборочного участка для непосредственного доступа к контролируемой стойке не представляется возможным.

### ВЫБОР АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ

Вариант с установкой в системный блок АРМ АДК плат аналогового и цифрового ввода-вывода был исключён из рассмотрения ввиду того, что для подключения к стойкам пришлось бы изготавливать кабели большой длины. Это дорого, ненадёжно и неудобно. Было принято решение об использовании внешнего блока для связи АРМ АДК с контролируемой стойкой. Рассматривалось несколько вариантов с различными модульными микроконтроллерами. Было выбрано изделие ADAM-5000/TCP фирмы Advantech.

Основные особенности ADAM-5000/TCP таковы:

- 32-разрядный RISC-процессор Strong ARM фирмы Intel;
- высокоскоростной коммуникационный порт 10/100Base-T с автостройкой скорости обмена;
- поддержка протокола ModBus/TCP;
- максимальная протяжённость линии связи 100 м (без повторителя);
- возможность удалённой конфигурации через сеть Ethernet;
- возможность одновременного доступа для 8 управляющих компьютеров;
- установка 8 модулей, обеспечивающих до 128 каналов ввода-вывода;
- напряжение изоляции 1500 В постоянного тока для интерфейса Ethernet;

- порт RS-485 для подключения устройств, поддерживающих протокол ModBus/RTU;
- программная поддержка – OPC-сервер ModBus/TCP, элементы управления ActiveX, SCADA-пакет ADAMView.

Наиболее важными характеристиками, определившими выбор именно этого микроконтроллера, оказались следующие:

- подключение к АРМ АДК с помощью стандартного интерфейса Ethernet, что позволяет разместить микроконтроллер в непосредственной близости от проверяемой стойки и минимизировать длину кабелей для подключения АРМ АДК к проверяемой стойке, а также обеспечивает возможность размещения рабочего места оператора комплекса в любой точке производственного участка независимо от расположения проверяемого оборудования;
- гибкость конфигурации, возможность установки до восьми различных модулей в один корпус (параметры входных и выходных сигналов КТС «Тракт» определяются точками подключения АРМ АДК; эти параметры могут соответствовать либо ТТЛ-уровню при непосредственном подключении к процессорным модулям управляющего крейта, либо открытому коллектору с привязкой к применяемому на объекте напряжению питания 10 В и 24 В постоянного тока; исходя из задачи контроля и диагностики, в блок ADAM-5000/TCP могут быть установлены модули ввода-вывода с требуемыми характеристиками, например 16-канальные модули ADAM-5051D и ADAM-5056D);
- возможность работы АРМ АДК с двумя и более микроконтроллерами ADAM-5000/TCP, что позволяет разместить несколько ADAM-5000/TCP по периметру производственного участка и подключаться к проверяемому оборудованию через микроконтроллер, находящийся в непосредственной близости к нему; с расширением набора функций АДК возможно разделение задач по диагностике оборудования между различными микроконтроллерами ADAM-5000/TCP;
- возможность работы каждого микроконтроллера ADAM-5000/TCP с двумя и более АРМ АДК, что позволяет в случае установки дополнительных



Рис. 2. Подключение микроконтроллера АДК к проверяемому оборудованию КП

АРМ обеспечить работу каждого из них с любым микроконтроллером ADAM-5000/TCP;

- небольшие вес и габариты, возможность крепления как на DIN-рейку, так и непосредственно на любую поверхность;
- относительно невысокая стоимость конфигураций, требуемых для создания АДК.

Результатом разработки явилась достаточно гибкая и удобная архитектура АДК, позволяющая автоматизировать большую часть технологических операций по контролю модулей и контролю монтажа выпускаемого оборудования КТС «Тракт».

Подключение микроконтроллера АДК к проверяемому оборудованию КП показано на рис. 2.

### ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ЗАДАЧИ

В настоящее время комплекс АДК выполняет следующие основные задачи:

- проверка основного и резервного трактов ввода КП с учётом внутреннего и внешнего монтажа;
- проверка основного и резервного трактов вывода КП с учётом внутреннего и внешнего монтажа;
- выдача отчётов с результатами диагностики;
- занесение результатов диагностики в базу данных.

## Аппаратная и программная части комплекса

### Аппаратная часть

Аппаратная часть комплекса АДК включает в себя следующее оборудование:

- компьютер АРМ с портом Ethernet;
- сервер БД;
- сервер последовательных устройств (преобразователь Ethernet/RS-232);
- микроконтроллер ADAM-5000/TCP;
- сетевое оборудование (коммутатор);
- кабели.

Схема подключения оборудования комплекса АДК к КТС «Тракт» при проведении проверок тракта ввода КП представлена на рис. 3.

Тракт ввода и тракт вывода проверяются частями, и чтобы проверить следующую часть проводного и печатного монтажа, требуется переподключение кабелей. Общее число каналов в тракте ввода может достигать 1920, а общее число каналов в тракте вывода — 176.

### Программная часть

Программная часть комплекса АДК состоит из следующих составляющих:

- программа «АРМ ДУ»;
- диагностическое программное обеспечение (ПО) для модулей КП;
- библиотека программ для ADAM-5000/TCP.

При разработке АДК была создана программа «АРМ ДУ», функционирующая под управлением ОС Windows NT/2000/XP. В процессе своей работы она использует динамически подключаемую библиотеку adv5ktcp.dll, поставляемую вместе с ADAM-5000/TCP, поэтому взаимодействие с ADAM-5000/TCP осуществляется очень просто.

Основные возможности программы «АРМ ДУ»:

- проведение проверки работоспособности трактов ввода и вывода в КП «Тракт»;
- выявление ошибок в монтаже с указанием отсутствующих связей, смещённых и перекрещенных связей;

- формирование отчёта о проведённых проверках;
- автоматизированная паспортизация выпускаемого оборудования с указанием серийных номеров модулей, входящих в его состав, объекта, на который направляется оборудование (дорога, участок, станция), а также данных об исполнителе;
- помещение отчёта в базу данных.

На рис. 4 представлены экранные формы пользовательского интерфейса, создаваемые программой «АРМ ДУ» в ходе выполнения проверок. При проверках анализируется подключение кабеля к каждому контакту УСО ввода или вывода. В случае проведения проверки с УСО ввода зелёным подсвечивается номер контакта, на котором было обнаружено напряжение, поданное через кабели от ADAM-5000/TCP. Когда проверка производится с УСО вывода, зелёным подсвечивается номер контакта, напряжение на котором было обнаружено модулем ввода ADAM-

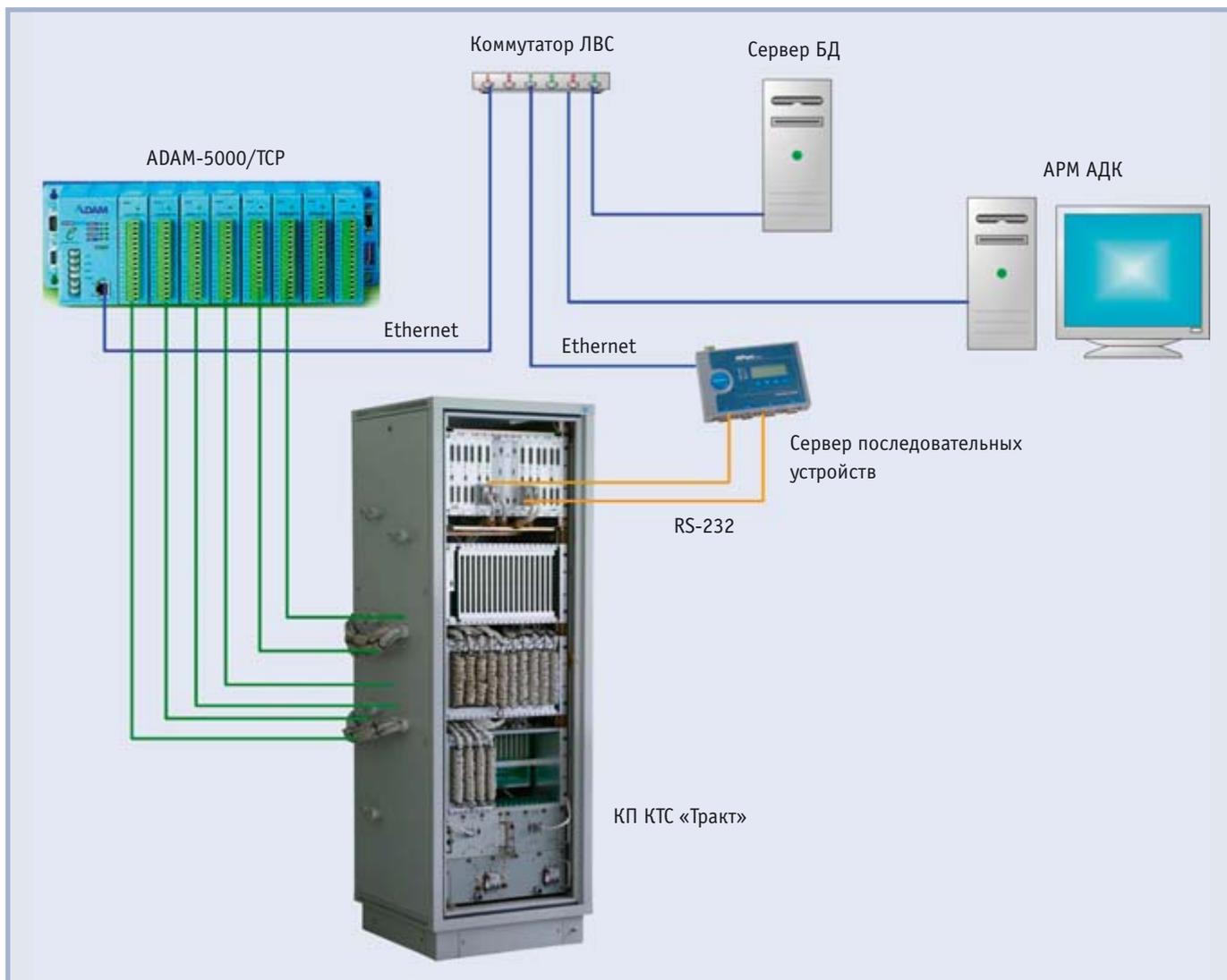


Рис. 3. Схема подключения оборудования комплекса АДК к КТС «Тракт» при проведении проверок тракта ввода КП

5000/ТСР. Слева от номера контакта после его проверки рисуется пиктограмма, изображающая результат проверки.

Вид выдаваемых программой «АРМ ДУ» отчётов показан на рис. 5. Отчёты создаются в формате XML. Журнал проверок содержит информацию обо всех проведённых проверках, включая время их проведения. Самые последние результаты проверок позволяет узнать итоговый отчёт, он составляется по журналу проверок.

Информация из отчётов может быть занесена в базу данных для последующей обработки.

Диагностическое ПО для модулей КП позволяет проверить их работу по всем параметрам. Для обеспечения информационного обмена с «АРМ ДУ» в каждом модуле процессорного крейта имеется инструментальный порт RS-232.

Связь с контролируемым оборудованием осуществляется через микроконтроллер ADAM-5000/ТСР. Пакет программных средств микроконтроллера поставляется вместе с изделием и включает в себя графическую оболочку для работы с микроконтроллером, а также набор библиотек, позволяющих производить с управляющего компьютера операции по управлению ключами модулей вывода и считывать состояния каналов модулей ввода микроконтроллера.

### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОМПЛЕКСА АДК

В настоящее время представленный комплекс АДК используется на сборочном участке компании «Техтранс», занимающейся разработкой, производством и внедрением микропроцессорных систем для железнодорожного транспорта.

Сейчас выполнен лишь первый этап разработки АДК. В процессе эксплуатации комплекса вводятся корректировки в программную и аппаратную части. Аппаратные средства пока представлены в минимальной конфигурации. В ближайшее время планируется увеличение количества модулей ввода-вывода, устанавливаемых в блок микроконтроллера ADAM-5000/ТСР, для повышения производительности комплекса АДК, а также увеличение количества самих микроконтроллеров.

В дальнейшем планируется расширение функциональных возможностей АДК для обеспечения программного

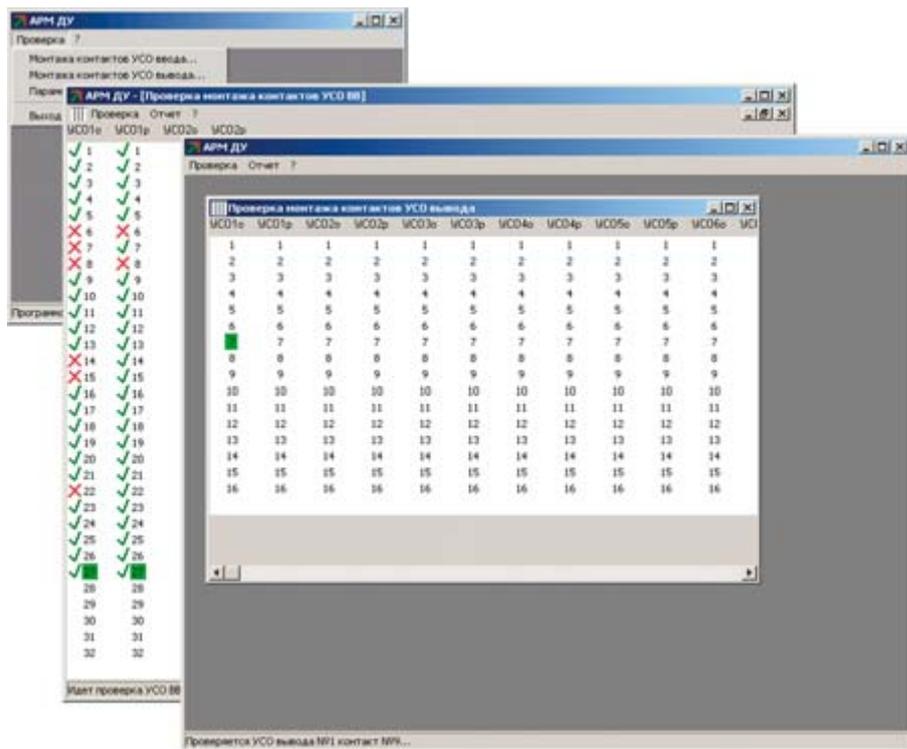


Рис. 4. Экранные формы, создаваемые программой «АРМ ДУ» в ходе выполнения проверок

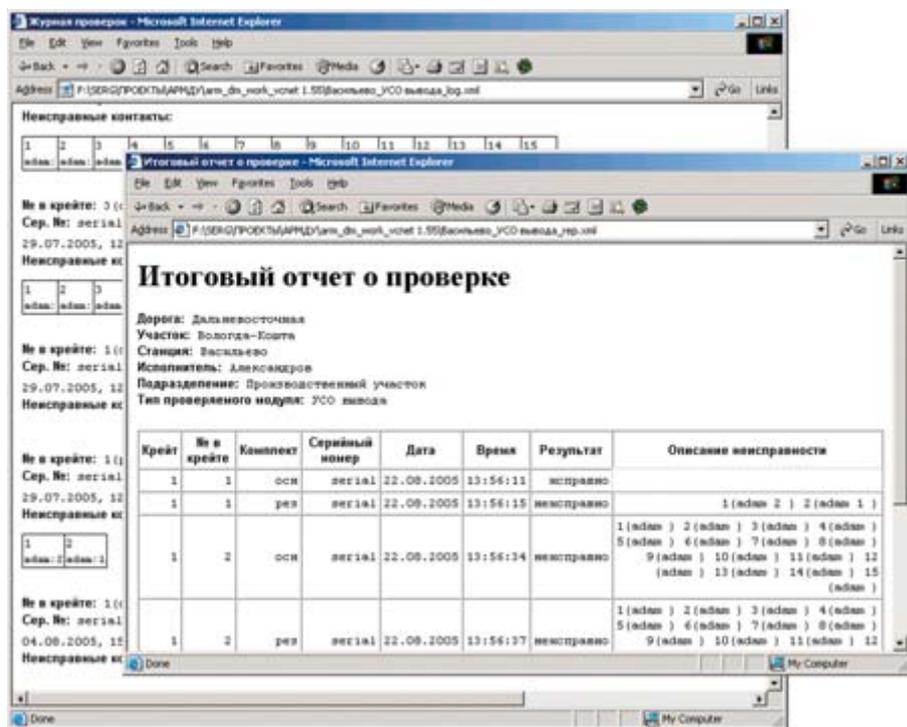


Рис. 5. Отчёты, формируемые программой «АРМ ДУ»

моделирования систем на базе КТС «Тракт» в целях улучшения их характеристик.

Пример описанной в статье разработки показывает, что, вкладывая относительно небольшие средства, можно получить значительный экономический эффект в производстве. Уже сегодня срок окупаемости вложенных средств, по оценке специалистов предприятия, составляет от 3 до 5 месяцев.

*Автор выражает свою признательность сотрудникам ЗАО «Техтранс», в частности А.А. Александрову, Д.С. Егорову и А.А. Федорину, за помощь в тестировании разработки и подготовке данной статьи.*

**Автор —  
сотрудник ЗАО «Техтранс»  
Телефон: (812) 334-8479 (доб. 277)**