



Виктор Жданкин

# Средства построения человеко-машинного интерфейса во взрывоопасных зонах

## Часть 1

Выбор высоконадёжных и экономичных технических средств для построения НМИ во взрывоопасных средах является одной из насущных задач проектирования многих АСУ ТП. Данная статья помогает определиться с решением этой задачи. В статье представлены взрывозащищённые устройства компании Pepperl+Fuchs EXTEC GmbH, которые позволяют визуализировать информацию о ходе технологического процесса, производить корректировку параметров и управление. В первой части статьи основное внимание уделено компактным операторским панелям семейства TERMEХ (TERM), подключаемым через последовательный интерфейс к ПЛК. Описаны характеристики панелей, варианты конструкции, программное обеспечение разработки проекта, особенности конфигурирования, коммутации и применения.

За прошедшие пятнадцать лет системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA-системы) оказали существенное влияние на автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). На принципах диспетчерского управления строятся крупные автоматизированные системы в промышленности, энергетике, на транспорте. SCADA-системы осуществляют сбор и обработку информации с объектов управления и предоставляют диспетчеру разнообразные данные о контролируемом процессе, на основании анализа которых, собственно, и осуществляется управление технологическими процессами.

Повысить эффективность работы с информационными потоками позволяет оптимально реализованный для каждого конкретного применения человеко-машинный интерфейс (НМИ) или как частный случай операторский интерфейс. Современные НМИ участвуют в реали-

зации функций управления, сбора данных, доступа в сеть, сопровождения, диагностики и др. Сегодня практически все компьютерные средства НМИ базируются на архитектуре IBM PC и работают с версиями ОС Windows.

Благодаря широкому распространению и применению SCADA-систем персональные компьютеры с соответствующими средствами НМИ используются не только в диспетчерских пультах и

операторских станциях, но и переместились на более низкий аппаратный уровень АСУ ТП — уровень программируемых логических контроллеров (ПЛК), который характеризуется более жёсткими условиями эксплуатации, нередко связанными с взрывоопасностью.

Хорошо известно, что электрические аппараты, приборы и другие средства автоматизации следует стремиться выносить за пределы взрывоопасных зон, если это допустимо по условиям эксплуатации и не влечёт за собой неоправданных затрат [1]. Но часто возникает необходимость установки приборов, аппаратов и других средств автоматизации именно во взрывоопасных зонах. В этих случаях приборы и аппараты должны удовлетворять требованиям действующих стандартов на изготовление взрывозащищённого электрооборудования. Кроме того, взрывозащищённое электрооборудование, используемое в химически агрес-



Рис. 1. Графические и текстовые операторские панели семейства TERMEХ

сивных, влажных или пыльных средах, должно быть соответствующим образом дополнительно защищено.

Таким образом, выбор высоконадёжных и экономичных технических средств для построения НМИ во взрывоопасных средах нередко является одной из насущных задач проектирования АСУ ТП.

Компания Pepperl+Fuchs EXTEC GmbH предлагает разнообразное взрывозащищённое оборудование и систему программирования для построения НМИ. В данной статье представлена следующая выпускаемая компанией продукция:

- **TERMEX** и **TERM** — операторские панели для ПЛК;
- **iPC-EX** — терминалы оператора;
- **VISUEX** — панельные IBM PC совместимые компьютеры.

В настоящее время наиболее популярными и распространёнными среди перечисленных изделий являются операторские панели семейства TERMEX (TERM), поэтому им уделено особое внимание в данном обзоре. Большим потенциалом обладают панельные компьютеры семейства VISUEX, которые особо эффективны при работе в сетях IBM PC совместимой техники (поставляются со встроенным Ethernet); спрос на эти компьютеры быстро растёт.

## ОПЕРАТОРСКИЕ ПАНЕЛИ TERMEX и TERM ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПЛК

Взрывозащищённые текстовые и графические операторские панели TERMEX предназначены для выдачи на экран дисплея инструкций для оператора, а также для решения задач локального управления, визуального отображения информации о производственном процессе, ввода и сбора данных.

В настоящее время семейство взрывозащищённых операторских панелей TERMEX включает в свой состав следующие модели:

- **TERMEX 220** — текстовая панель,
- **TERMEX 320** — текстовая панель с большой клавиатурой,
- **TERMEX 230** — графическая панель,
- **TERMEX 330** — графическая панель с большой клавиатурой.

На рис. 1 показан внешний вид графических и текстовых операторских панелей семейства TERMEX.

### Возможности, характеристики, особенности

- Взрывозащищённая панель управления для установки в зонах классов 1 и 2 (маркировка взрывозащиты **ЕЕх ib IIC T4**).

- Возможность установки в зоне класса 22 при размещении панели в монтажном корпусе АВG-1 или АВG-3.
- Простое соединение непосредственно с ПЛК различных типов и компьютерными системами.
- Типовые применения: в системах управления производственными процессами предприятий химической, фармацевтической и нефтехимической промышленности, в машиностроении, а также в системах взвешивания и дозирования, на наполнительных станциях, в фасовочных автоматах, контрольно-измерительном оборудовании, системах сбора данных, в том числе со считывателей штрих-кодов.
- Исполнение, соответствующее промышленным стандартам и ориентированное на выполнение следующих функций:
  - локальное управление и отображение данных средствами графики и/или в виде текста (TERMEX 220/320 — только текст);
  - выполнение несложных задач визуализации;
  - выдача сообщений о неисправностях;
  - ввод множества значений;
  - отображение текущих значений;
  - сбор данных с объекта управления.

### О компании Pepperl+Fuchs EXTEC GmbH

Компания Extec Oesterle GmbH была основана в 1987 году Юргеном Оестерле (Juergen Oesterle). Её главный офис расположен в городе Эсслинген (Esslingen) около Штутгарта. Наименование компании было изменено на Pepperl+Fuchs EXTEC GmbH в январе 2005 года, когда она стала подразделением группы компаний Pepperl+Fuchs, поставляющей всю продукцию Pepperl+Fuchs EXTEC и услуги через свою дистрибьюторскую сеть, распространённую по всему миру.

Деятельность компании EXTEC связана с разработкой, производством, продажей (включая технические консультации, конфигурирование и ввод в эксплуатацию) систем взрывозащищённого электрооборудования и компонен-

тов. Основная специализация компании лежит в сфере взрывозащищённых систем отображения и управления, компонентов взрывозащищённых персональных компьютеров, взрывозащищённых терминалов измерительных систем и систем взвешивания, а также ориентированных на решение комплексных прикладных задач систем сбора данных, которые способны производить обмен информацией непосредственно между взрывоопасной зоной и ПК, ПЛК и систе-

мами во взрывобезопасной зоне. EXTEC также предлагает нестандартное оборудование, выполненное по спецификациям заказчиков, и решения в области программного обеспечения, вобравшие в себя обширный опыт компании в указанной сфере.

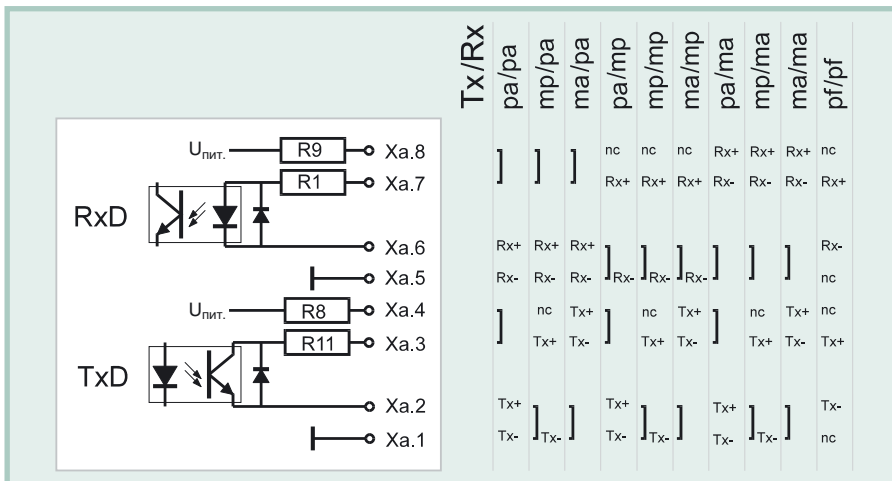
Системы и изделия, разработанные компанией EXTEC, соответствуют требованиям европейских и американских стандартов безопасности электрооборудования, которому непосредственно угрожает опасность воспламенения окружающей его взрывоопасной среды. Такое соответствие является важным преимуществом продукции, особенно если продукция предназначена для сбыта на мировом рынке. Развитые средства проектирования аппаратуры и разработка программного обеспечения, специально адапти-

рованного к ряду изделий компании, существенно экономят время и трудозатраты при обеспечении соответствия требованиям заказчика в конкретных применениях.

Заказчиками компании являются предприятия химической, фармацевтической, нефтехимической, машиностроительной отраслей промышленности. Запросы заказчиков способно удовлетворить не только высокое качество продукции EXTEC, но и высокий уровень послепродажного сервиса.

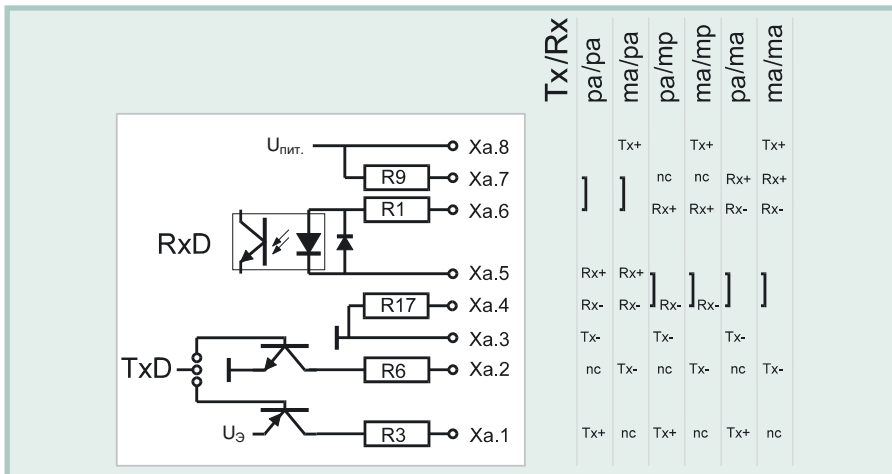


Здание главного офиса компании Pepperl+Fuchs EXTEC GmbH



Условные обозначения:  
 pa — подключён к плюсу, активный; mp — подключён к минусу, пассивный;  
 ma — подключён к минусу, активный; pf — нулевой потенциал; nc — не подключён.

Рис. 2. Схема интерфейсного модуля типа UART\_A



Условные обозначения:  
 pa — подключён к плюсу, активный; mp — подключён к минусу, пассивный;  
 ma — подключён к минусу, активный; nc — не подключён.

Рис. 3. Схема интерфейсного модуля типа UART\_B

- Легкосчитываемый жидкокристаллический дисплей.
- TERMEX 230/330: текст и графика могут быть скомбинированы по желанию.
- TERMEX 220/320: 4 строки по 20 знаков, высота знака 12 мм, дополнительная строка программируемых функциональных клавиш (4,5 мм).
- 4 стандартных шрифта, возможность загрузки дополнительных шрифтов (только TERMEX 230/330).
- Возможность загрузки фоновых битовых отображений (только TERMEX 230/330).
- Графические элементы: пиксел, строка, блок, граница (рамка вокруг текста, рисунка), окно (только TERMEX 230/330).
- Автоматическое отображение гистограмм (только TERMEX 230/330)
- Высокая устойчивость к ЭМИ.
- Долговременное хранение отображений (TERMEX 220/320 — текст,

- TERMEX 230/330 — текст и графика).
- Разработка графических изображений и текстов с помощью программного обеспечения (ПО) TERMEX PRO для Windows® на персональном компьютере (ПК).
- Степень защиты передней панели: IP65.
- Наличие нескольких вариантов исполнения для монтажа на панель и поверхность.
- Факультативное оборудование: дополнительные дискретные входы (NAMUR) и выходы (изолированные), а также последовательные порты для коммутации с устройствами взрывоопасной зоны.
- Выбор и проверка всех параметров системы посредством встроенной процедуры настройки среды на панели или удалённой настройки на ПК.
- Подключение данных и питания одним кабелем (во всех вариантах исполнения).

Особо остановимся на возможности подключения к операторским панелям TERMEX дополнительных взрывозащищённых устройств через последовательные порты. Такие порты устанавливаются на панель по заказу. Важно заметить, что они должны соответствовать требованиям к питанию подключённого оборудования. Максимум 3 цепи электропитания могут использоваться с одной панелью TERMEX. Перечень дополнительных устройств, которые можно коммутировать с панелями TERMEX, приведён в техническом руководстве [2], свободно загружаемом с сайта компании [www.extec.de](http://www.extec.de).

Основные характеристики операторских панелей TERMEX приведены в табл. 1.

**Стойкость к химическому воздействию**

Взрывозащищённое электрооборудование, используемое в химически агрессивных, влажных или пыльных средах, должно быть соответствующим образом защищено от воздействия вредных факторов.

Эффективным средством защиты, применяемым в изделиях семейства TERMEX, является полиэфирная фольга, слой которой с высокой точностью (выверка ведётся сразу по двум осям) прокладывается с обратной стороны лицевой панели устройства с целью снизить влияние внешних факторов на его внутреннюю конструкцию через отверстия под клавиатуру и средства индикации. Материал фольги устойчив ко многим химикатам, таким как этанол, циклогексанол, диацетоновый спирт, ацетон, дизельное масло, тормозная жидкость, бензин, авиационное топливо, моющие средства и др. Однако полиэфирная фольга не выдерживает воздействия концентрированных неорганических кислот и щелочных растворов, бензилового спирта, метилхлорида, а также пара под высоким давлением с температурой выше 100°C.

Уплотнитель передней панели устройств TERMEX выполнен из пенорезины EPDM, которая характеризуется следующими свойствами:

- хорошая устойчивость к воздействию климатических факторов;
- очень хорошая устойчивость к горячим растворам моющих средств;
- допустимая температура окружающей среды до +120°C.

Более подробная информация по химической стойкости операторских панелей TERMEX содержится в [2].

Таблица 1

## Основные характеристики операторских панелей TERMEХ

Маркировка взрывозащиты TERMEХ 22х, 23х/32х, 33х <sup>1</sup>	Искробезопасная электрическая цепь (в соответствии с EN 50020) EEx ib IIC T4 ATEX 95, RL94/9 EG: II 2G EEx ib IIC T4 DMT 02 ATEX E 239 Защита от взрывоопасных смесей горючих пылей или волокон с воздухом (EN 50281) Ex II 3D X T134°C IP65
Степень защиты в соответствии с EN 60529/IEC 529	IP65 (передняя панель) IP20 (корпус) IP54 (при установке в полиэфирном корпусе ABG-P) IP65 (при установке в корпусе из нержавеющей стали ABG-V2A)
Метрологический сертификат TERMEХ 2х0/3х0	В соответствии с DIN EN 45501 No. D09-95.32 Addendum 2
Дисплей ● TERMEХ 22х/32х ● TERMEХ 23х/33х	Нематический ЖК-дисплей на основе супертвист-эффекта, без подсветки Размеры рабочего поля дисплея: 148×74 мм ● 4 строки по 20 знаков, высота знака 12 мм; 1 дополнительная строка функциональных клавиш, высота знака 4,5 мм ● 240×480 пикселей 4 стандартных формата шрифта (дополнительно могут быть загружены и шрифты других форматов): ● 12 строк по 40 знаков, высота знака 4,5 мм ● 8 строк по 26 знаков, высота знака 5,5 мм ● 4 строки по 20 знаков, высота знака 12 мм ● 4 строки по 13 знаков, высота знака 12 мм
Передняя панель	Анодированный алюминий Стекло дисплея — с антибликовым покрытием С обратной стороны панели — прецизионно установленная полиэфирная фольга для защиты внутренней конструкции Химически-стойкое исполнение
Клавиатура ● TERMEХ 22х, 23х ● TERMEХ 32х, 33х	Короткоходовые кнопки Цифровой блок ● 5 функциональных кнопок (двойное назначение при использовании клавиши переключения регистра <b>Shift</b> ) Стандартная раскладка или заказная раскладка со сменными маркировочными полосками ● 10 функциональных кнопок (двойное назначение при использовании клавиши переключения регистра <b>Shift</b> ) Стандартная раскладка или заказная раскладка со сменными маркировочными полосками 3 специальные кнопки <b>S1...S3</b> Кнопка <b>Alt</b> для модификации кодов нажимаемых клавиш Блок управления курсором
Светодиоды (только TERMEХ 32х, 33х)	Функциональные кнопки (F) с 10 светодиодами зелёного свечения для специального прикладного программирования Матрица светодиодов аварийной сигнализации (6 светодиодов красного свечения, расположенных в два ряда)
Светодиоды TERMEХ 22х, 23х/32х, 33х	Светодиод <b>ON</b> показывает состояние питания Светодиод <b>COM</b> указывает на прерывание связи с главной вычислительной машиной Светодиод <b>!</b> сигнализирует, что передача информации не закончена Светодиод <b>A...Z</b> указывает, что разрешён режим ввода текста
Конфигурация	Встроенное меню настройки среды для установки всех параметров устройства
Расчётные данные проекта	Загружаются из ПК через последовательный порт Порт ПК (RS-232) подключается через буферный каскад магистральной линии ENT-DC-xxx
Порт параметров X1 (TERMEХ ↔ ENT ↔ host)	TERMEХ ↔ ENT: токовая петля 20 мА, пассивный/пассивный ENT ↔ host: RS-232/токовая петля 20 мА, активный/пассивный (устанавливается)/RS-485 (по заказу) Скорость: 1200...19200 бод (устанавливается) Паритет: чётность, нечётность, стартовый бит, пауза (устанавливается) 7/8 бит данных (устанавливается) 1/2 стоповых бита (устанавливается) По умолчанию: 9600 бод, 8 бит данных, проверка на чётность, 1 стоповый бит
Встроенные программы (firmware)	Хранятся в ИМС флэш-памяти и являются обновляемыми Новая версия может быть загружена с web-сайта EXTEC Для терминалов TERMEХ 2хх/3хх можно использовать программу-загрузчик TERMEХ PRO
Проверка функционирования	Встроенная проверка всех аппаратных компонентов при запуске/сбросе в исходное состояние и самопроверка
TERMEХ 22х/23х ● Габаритные размеры ● Масса	● Передняя панель (Ш×В): 288×144 мм Контур панели (Ш×В): 277×137 мм Монтажная глубина: 72 мм (с выводами, но без соединителей) ● Около 1,5 кг
TERMEХ 32х/33х ● Габаритные размеры ● Масса	● Передняя панель (Ш×В): 288×220 мм Контур панели (Ш×В): 276×208 мм Монтажная глубина: 72 мм (с выводами, но без соединителей) ● Около 1,9 кг
Условия окружающей среды	Диапазон рабочих температур: 0...+50°C (при использовании систем подогрева диапазон -40...+70°C) Диапазон температур хранения: -20...+70°C Относительная влажность: 0...75% без конденсации влаги Не подвергать дисплей воздействию прямых солнечных лучей (ультрафиолета)!
Электромагнитная совместимость	Помехи излучения в соответствии с EN 55011:1998 + A1:1999 Помехоустойчивость в соответствии с EN 61000-6-2:1999

<sup>1</sup> Сертификация в РФ планируется во втором квартале 2006 года.

## Интерфейсные модули

В панели оператора TERMEХ могут быть использованы интерфейсные модули. Они устанавливаются при изготовлении панели и не могут быть заменены позже, так как включены в табличку с техническими данными, которая является неотъемлемой частью приёмки для использования во взрывоопасных зонах.

Интерфейсный модуль универсального асинхронного приёмника-передатчика (UART) имеет исполнения UART\_A, UART\_B и UART\_C. Модули UART\_A и UART\_B предназначены для взрывозащищённых моделей, а UART\_C — только для терминалов общепромышленного применения. Параметры модулей UART задаются с

помощью переключателей при изготовлении и не могут быть изменены впоследствии.

На рис. 2 приведена схема интерфейсного модуля типа UART\_A, а на рис. 3 — схема модуля типа UART\_B.

В операторские панели также могут быть установлены модули DIGIO33 — два релейных выхода, входы NAMUR с

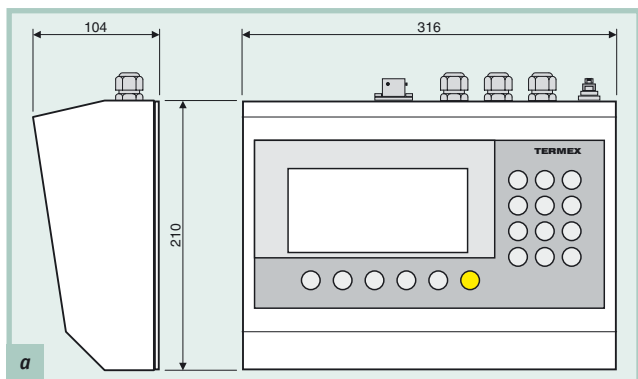
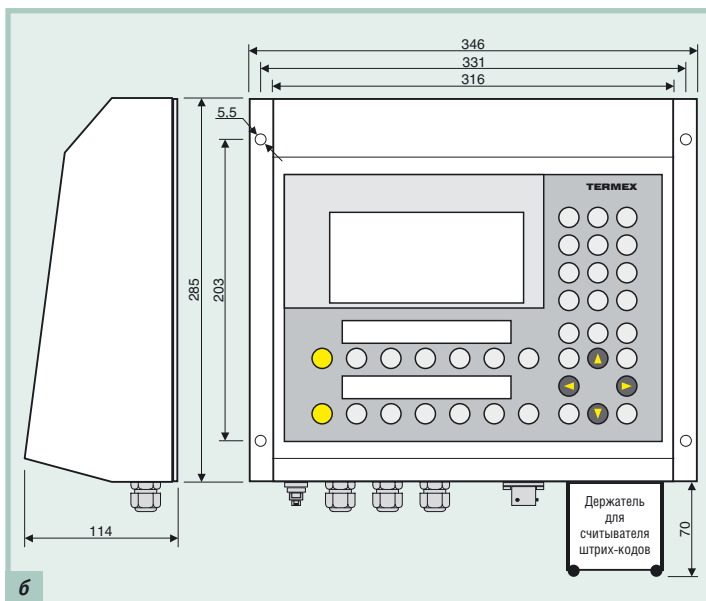


Рис. 4. Внешний вид конструкции блока панели TERMEХ и различных монтажных корпусов:  
 а — корпус АВG-1 из нержавеющей стали для настольного монтажа панелей TERMEХ 22х/23х;  
 б — корпус АВG-3 из нержавеющей стали для настенного монтажа панелей TERMEХ 32х/33х



проверкой на обрыв и короткое замыкание.

#### Дополнительные клавиатуры

На обратной стороне корпуса операторских панелей TERMEХ находятся порт X1 для подключения шины данных и электропитания через буферный каскад магистральной линии ENT-DC, а также устанавливаемые по заказу соединитель токовой петли 5 мА для подключения сканера и клавиатуры расширения типа EXTA, порты для подключения весов и сканеров, гнездо дополнительной клавиатуры расширения TERMEХ К36/КЛ36, соединитель внешнего взрывозащищённого устройства звуковой сигнализации.

Дополнительные клавиатуры подключаются к терминалам серий TERMEХ 22х/23х, 32х/33х для расширения их функциональных возможностей. TERMEХ 22х и 23х могут быть оснащены клавиатурой TERMEХ К36 или TERMEХ КЛ36 со светодиодами. TERMEХ 32х и 33х могут использоваться только с клавиатурой TERMEХ К36. Операторская панель TERMEХ 22х/23х и дополнительная клавиатура TERMEХ К36/КЛ36 соединяются посредством поставляемого плоского кабеля.

#### Монтажные корпуса

Для монтажа панелей TERMEХ 22х/23х и TERMEХ 32х/33х поставляются разнообразные корпуса: корпуса АВG-1P из полиэфирного пластика или корпуса АВG-1 и АВG-3 из нержавеющей стали V2A для установки на щит управления либо на стену, настольные варианты корпусов АВG-1 и АВG-3 из нержавеющей стали. На рис. 4 показан внешний вид конструкции мон-

тажных корпусов, используемых для установки операторских панелей TERMEХ 22х/23х и TERMEХ 32х/33х.

#### Конфигурирование с использованием внутреннего меню настройки среды

Операторские панели (терминалы) TERMEХ 22х/23х и TERMEХ 32х/33х имеют встроенное меню настройки среды (конфигурационную программу), с помощью которого могут быть проверены и выбраны все наиболее важные параметры панели. При отгрузке панелей производителем значения параметров выставлены по умолчанию.

Подробное описание конфигурационной программы представлено в [3].

Получение доступа к меню настройки параметров осуществляется за два шага с применением «горячих» клавиш клавиатуры и вводом пароля (опция).

- Сначала нажимаются клавиши **Shift+Enter+9**. При этом производится сброс панели в исходное состояние и прерывание связи с управляющим компьютером, подсоединённым к порту X1. В течение приблизительно 4 секунд высвечивается сообщение о запуске, указывающее номер версии ПО и конфигурацию аппаратных средств, и выполняется внутренняя проверка всех компонентов технических средств, относящихся к панели.
- При нажатии клавиш **Shift+F1** за время (приблизительно 4 секунды), пока высвечивается сообщение о запуске, осуществляется доступ к меню настройки. Если в предыдущей конфигурации был задан пароль, то прежде чем откроется меню будет запрошено соответствующее четырёхзначное число.

Находясь в главном меню настройки, можно проверить и если необходимо исправить различные установочные параметры, используя функциональные клавиши (программируемые функциональные клавиши), которые появляются на дисплее. Необходимо помнить, что сделанные изменения параметров сохраняются и вступают в силу, как только исчезает меню настройки (осуществляется выход из меню). **Предупреждение:** в состоянии настройки ни в коем случае нельзя допускать прерывание питающего напряжения, иначе это может привести к устойчивому нарушению работоспособности панели.

Дадим краткое описание тех возможностей по конфигурированию устройства, которые можно реализовать посредством отдельных пунктов меню настройки и функциональных клавиш.

#### 1. Последовательные порты.

Здесь можно проверить и, если необходимо, изменить все параметры четырёх последовательных портов (X1, X2, X3, X4): скорость побитовой передачи, паритет, количество битов данных, число стоповых битов. Помимо этого, можно выбрать конфигурацию подключаемых к панели аппаратных средств в строке USE (например, ввести "Scanner" для моделей с подключением считывателя штрих-кода или "п.у.", если последовательный порт не используется). Из соображений обеспечения требуемого уровня взрывозащиты исходный список аппаратных средств, представленный в строке USE для выбора, не может быть изменён.

#### 2. Протоколы.

Здесь можно вывести на экран список и выбрать протокол, который используется интерфейсами управляю-

шего компьютера (порт X1) и наиболее популярных ПЛК. В настоящее время доступны следующие протоколы:

- EXTEC;
- Siemens S5/AS511 (устройство программирования S5) — может быть выбран коммутационный блок (DB) в ПЛК;
- 3964R/RK512 — может быть выбран коммутационный блок (DB) в ПЛК;
- ModBus RTU (ведомый) — адрес ведомого устройства может быть установлен;
- ModBus RTU (ведущий) — адрес ведомого устройства может быть установлен;
- Allen-Bradley DF1 — могут быть выбраны ПЛК SLC 500, PLC 5, CompactLogix и ControlLogix;
- ET-1 — эмуляция терминала ET-1;
- BAZ-03/1 — эмуляция терминала BAZ-03/1 (версия ASCII, F1-F5, Shift, V600146).

### 3. Основные параметры настройки.

Здесь можно установить основные функциональные параметры панели (например, задержку включения/выключения, дату и время, управление сообщениями).

### 4. Периферия.

Здесь возможно параметризовать и конфигурировать внешние интеллектуальные устройства, подключённые к дополнительным последовательным портам X2, X3 и X4 (например, весы Mettler-Toledo, Bizerba или Sartorius, считыватели штрих-кода и др.).

### 5. Статус.

Здесь можно вывести на экран информацию о статусе панели (версия встроенной программы, часы работы, имя файла или загруженного программного обеспечения проекта, включая дату и время компиляции, карта распределения памяти, число переменных, число тестовых сообщений и др.).

### 6. Тест.

Здесь можно выбрать одну из девяти различных тестовых программ: тест клавиатуры, тест интерфейса (кольцевая проверка), осуществление текущего контроля интерфейса, тест ввода-вывода и др.

### 7. EPCA/OS.

Здесь можно войти в среду программирования параметров EPCA. Отображается информация о состоянии панели. EPCA может быть активирована или деактивирована.

EPCA — это среда программирования, которая на правах опции интегрируется в TERMEX PRO. Все програм-

мы написаны на языке C. EPCA позволяет свободно программировать панель TERMEX, в результате можно реализовать автономные применения или использовать терминал в качестве концентратора данных, для того чтобы эффективно снизить нагрузку на управляющий компьютер или ПЛК.

EPCA «бесшовно» встроена в среду разработки проекта TERMEX PRO. TERMEX PRO обеспечивает возможность создания таких статических элементов, как маски ввода, сообщения, тексты и переменные, а EPCA «заботится» об обработке. EPCA и TERMEX PRO имеют доступ к общей базе данных.

Измерения, разомкнутые и замкнутые контуры управления, контроль оператора и текущий контроль — всё это реализуется на базе панели семейства TERMEX только одним программным пакетом, формируя законченное интегрированное решение. Разработанные проекты могут быть загружены в операторские панели TERMEX через последовательный порт.

### 8. Завершение настройки и сохранение.

Здесь закрывается меню настройки параметров. Терминал запрашивает о необходимости сохранения изменений и затем возвращается в нормальный режим работы (порт X1 снова переходит в активное состояние).

## Программное обеспечение разработки проекта TERMEX PRO

Проходит то время, когда всё необходимое программное обеспечение разрабатывалось самостоятельно, требуя специальных технических знаний от разработчиков и высокого уровня профессиональной подготовленности от пользователей. Современные программные средства развиваются по пути унификации применения и упрощения пользовательского интерфейса. Поэтому уже в недалёкой перспективе главной особенностью программного обеспечения должно стать решение чрезвычайно сложных прикладных задач при максимальной простоте применения необходимых средств.

OS Windows в полной мере соответствует данным тенденциям. Благодаря стандартному интерфейсу и принципу работы этой системы все усилия пользователя минимизируются до уровня решения только специфических задач конкретного применения.

Программное обеспечение TERMEX PRO [4] было создано на основе таких же принципов. Оно функционирует под управлением Windows и применяется для разработки проектов, реализуемых на базе операторских панелей семейства TERMEX.

На первый взгляд, TERMEX PRO больше походит на программу построения экранных форм, чем на среду программирования. Действительно, средствами TERMEX PRO в среде Windows на ПК могут быть созданы используемые в проекте рисунки и тексты. При этом достаточно просто формируется типовая графика, а специфические вопросы решаются при поддержке встроенной функции «QuickInfo»: стоит только мышью навести курсор на объект — выводится текст необходимой подсказки. Принцип построения экранного редактора — WYSIWYG («что видишь на экране, то и получишь на печати»).

Между тем, как будет показано далее, возможности TERMEX PRO не ограничиваются графикой. Данные по проекту, сформированные этой программой, передаются из ПК (COM1 или COM2) через буферный каскад магистральной линии ENT-DCxx в последовательный порт X1 на панели, где они сохраняются в долговременной памяти.

В своём развитии программное обеспечение TERMEX PRO претерпело несколько версий.

Версия TERMEX PRO 3.2 в своё время стала наиболее новаторской. Новая программа редактирования проекта Project Editor с расширенными функциональными возможностями копирования и вставки, с развитой логикой замещения облегчает работу с инструментальными средствами разработки проекта, упрощает создание новых проектов и управление уже существующими проектами. Способность отображать распределение памяти терминала — пример только одного из удобных дополнений.

Усовершенствованные в этой версии функциональные возможности копирования и вставки обеспечивают прямой перенос текстов и графических данных на экраны из буфера обмена. Легче стало вставлять длинные списки, а тексты, созданные в программах обработки текста или электронных таблиц, теперь могут быть непосредственно вставлены в MONO-сообщения, MULTI-сообщения или текстовые экраны.

Кроме того, версия TERMEX PRO 3.2 обладает свойством, известным как

«интеллектуальная замена» (smart replace): если имена экранов, сообщений, переменных и т.п. изменяются в одном из редакторов, то они автоматически изменяются и в исходном коде ЕРСА независимо от того, было ли это написано программистом или автоматически создано программой-мастером (wizard).

Текущая версия **TERMEX PRO 4.0** является в наибольшей степени соответствующим современным требованиям программным средством разработки проектов на основе Windows для управления работой оборудования, диспетчерского управления и сбора данных во взрывоопасных зонах.

Версия **TERMEX PRO 4.0**, выпущенная 5 августа 2005 года, поддерживается операционными системами Windows 2000 (SP2 installed) и Windows XP (SP1 installed).

Эта версия использует типы данных в соответствии с международным стандартом МЭК 61131-3. Кроме того, возможна работа с типами данных, характерными для отдельных видов периферийных устройств, например для сканеров (считывателей штрих-кода).

Отметим некоторые возможности, предоставляемые версией **TERMEX PRO 4.0** пользователю.

- **Импорт/экспорт списков переменных и текстов.** Эта функция даёт возможность загружать существующие списки текстов и файлов в стандартном формате файла csv.
- **Функция drag&drop («перетащить и оставить»)** для файлов и объектов. Обеспечивается повышенная производительность разработки проектов за счёт быстрого переноса данных и элементов графики из одного приложения в другое.
- **Undo/redo («отмена последней команды/повторное выполнение»).** Выполнение функций undo/redo введено в редакторы, тем самым создано быстрое и эффективное средство коррекции ошибок.
- **Поддержка разных языков.** В настоящее время с целью продвижения в различных национальных и международных проектах версия **TERMEX PRO 4.0** поддерживает до 32 языков, на которые можно перейти в любое время без прерывания работы. Вместе с тем встроенная функция импорта/экспорта позволяет при необходимости редактировать тексты в других программах, с учётом их языковой специфики. Благодаря этой же

функции можно использовать дополнительные языки на основе выполнения перевода и интеграции его результатов в проект.

- **Библиотека графики.** Готовые пиктограммы насоса, клапана и резервуара облегчают задачу создания проекта. Новые пользовательские пиктограммы могут быть быстро созданы и встроены.
- **Оперативная помощь.** Здесь реализована интуитивная диалоговая концепция справочно-информационного обеспечения пользователя.
- **Документация.** Проектная документация формируется как файл Word с известными преимуществами:
  - простая модификация/расширение любой программой редактирования;
  - легкорезализуемое комплексирование в общий пакет проектной документации.
- **Программа моделирования ПЛК.** PLC Simulator (имитатор) позволяет протестировать проекты без соединения с ПЛК.

#### Концепция объектно-ориентированного программирования

Программное обеспечение **TERMEX PRO** создано на основе принципов объектно-ориентированного программирования, которые просты для понимания, так как соответствуют повседневным рабочим процедурам. Достаточно указать на объект курсором и нажать правую кнопку мыши, чтобы вызвать «всплывающее» меню, которое содержит список функций, применяемых в отношении данного объекта. Двойной щелчок левой кнопкой мыши открывает окно свойств (Properties), в котором перечислены все индивидуальные свойства объекта (элемента управления). Другим полезным свойством является панель задач, расположенная внизу экрана. Если в проекте одновременно открыты несколько окон, в панели задач присутствуют кнопки для каждого из них. Один щелчок мыши на соответствующей кнопке — и окно отобразится на переднем плане.

#### Приложение MDI

**TERMEX PRO** создано как современное приложение MDI (Multiple Document Interface — интерфейс для работы с несколькими документами). Это означает, что одновременно на экране можно отображать или редакти-

ровать несколько проектов. Главным преимуществом такого свойства является возможность копирования и перемещения любых созданных элементов по принципу «перетащить и оставить».

#### Программа редактирования проекта Project Editor

Программа **Project Editor** применяется для управления отдельными компонентами проекта. Каждый проект включает в свой состав изображения, сообщения, битовые массивы, шрифты и шаблоны. Если необходимо создать новую запись в одном из этих компонентов, достаточно указать его курсором, и после двойного щелчка мышью откроется соответствующая программа редактирования (Editor).

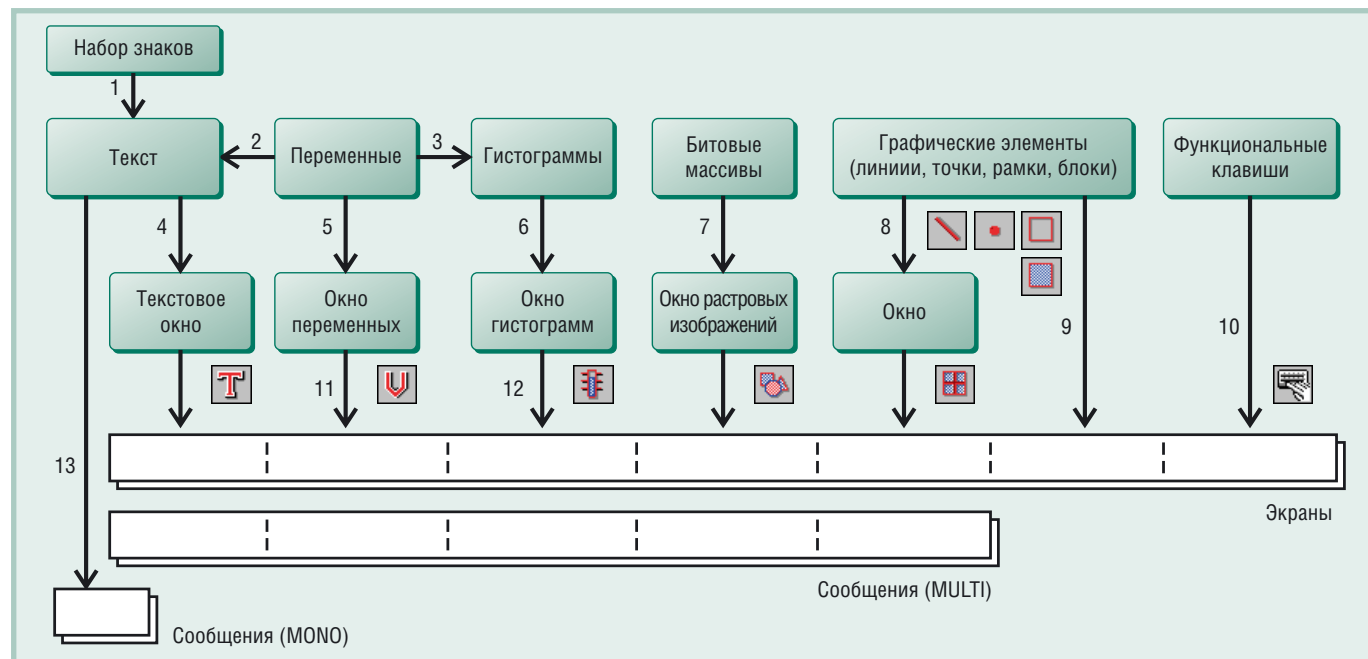
В специальных инструкциях описаны процедуры создания изображений, сообщений, шрифтов и перенос их в операторскую панель.

**Project Editor** отображает все разделы проекта в виде дерева. При этом различаются три основных уровня: тип (Type), группа (Group), запись (Record).

- **Тип.** Верхний уровень представлен типами записей: тексты, переменные, растровые изображения графических объектов, шаблоны, экраны, MONO-сообщения и MULTI-сообщения.
- **Группа.** Для того чтобы сделать большие проекты более понятными, был введён уровень Group. Отдельные типы могут подразделяться на группы. Группы составляют каталог (Folder), в котором собираются записи. Так, для MULTI-сообщений с целью классификации могут быть определены три группы сообщений: *Information, Warning, Errors*.
- **Запись.** На самом нижнем уровне находятся непосредственно записи. Каждая запись принадлежит определённой группе или типу. Запись может обозначать список текстов, список переменных, битовый образ (файл в формате BMP), список MONO-сообщений или MULTI-сообщение.

#### Структура проекта

Типовые элементы проекта, создаваемого средствами **TERMEX PRO**, и их взаимосвязи показаны на рис. 5. Проектирование производится на ПК, работающем под управлением Windows. Задействованные объекты могут быть компонентами других объектов или могут быть присвоены им.



Условные обозначения:

- 1 — комплекты шрифтов необходимы для отображения текстов и переменных; 2 — переменные могут быть частью текстов; 3 — переменные являются базой значений для диаграмм; 4 — тексты являются выходными данными в текстовых окнах; 5 — переменные могут быть выходными данными в своих собственных окнах переменных; 6 — гистограммы отображаются в своих собственных окнах гистограмм; 7 — битовые матрицы отображаются в своих собственных окнах битовых отображений; 8 — графические элементы могут быть объединены в окна; 9 — графические элементы могут выводиться непосредственно на экран; 10 — программируемые функциональные клавиши выводятся на экраны (только для TERMEX 2xx/3xx); 11 — окна выводятся на экраны; 12 — окна вставлены в MULTI-сообщения; 13 — тексты вставлены в MONO-сообщения (только для TERMEX 2xx/3xx).

Рис. 5. Типовые элементы проекта, создаваемого средствами TERMEX PRO, и их взаимосвязи

Перед созданием первого проекта полезно ознакомиться со следующими рекомендациями и предупреждениями.

Эксплуатация операторской панели на рабочей площадке становится проще для пользователя, если элементы диалога в пределах экранов и окон сообщений всегда располагаются в одних и тех же местах или за ними закрепляются одни и те же функции. Например, имеет смысл в рамках одного проекта разрабатывать единообразные кнопки для панели программируемых функциональных клавиш. В результате пользователь обучится быстрее, а у программиста будет меньше работы. Если используются шаблоны, то потом будет проще вносить изменения на уровне пользователя: при желании запрограммировать новые экраны и сообщения необходимо будет только вставить дополнительные элементы диалога. **Рекомендация:** необходимо выявить общие элементы экранов и сообщений и создать для них шаблоны.

При проектировании в среде TERMEX PRO можно использовать графику в формате битового массива (растровый формат) и заказные комплекты шрифтов. Как альтернатива могут применяться такие типовые графические элементы, как линии, рамки, блоки. В том случае если необ-

ходимо создать сложный или часто используемый графический объект (например логотип компании), рекомендуется применять битовое (растровое) отображение. Если нужно выделить определённые зоны в пределах экрана границами или линиями, используются перечисленные ранее типовые графические элементы. **Рекомендация:** сложные или часто используемые графические объекты следует создавать в растровом формате.

Необходимо учитывать, что переменные, тексты и растровые изображения выводятся в окна. Длина и высота каждого такого окна всегда кратна размеру используемого шрифта. Следовательно, окна не могут быть расположены произвольно. Этот факт также надо учитывать для фоновых растровых отображений, где текущие (ACTUAL) и установочные (SET) значения должны быть введены и выведены через окна переменных. Растровые изображения графического объекта и заказные шрифты требуют много памяти, поэтому посредством компилирования надо постоянно контролировать необходимый для проекта размер памяти. **Предупреждение:** окна, растровые изображения графических объектов, новые шрифты и графические элементы могут быть использованы только в гра-

фических терминалах; для работы с текстами, встроенными переменными и программируемыми функциональными клавишами следует применять текстовые терминалы.

Тексты, переменные и растровые изображения графических объектов обычно используют соответствующие окна. Для оптимизации вывода можно создавать текстовые окна из нескольких строк или использовать встроенные переменные. При таком подходе может быть упрощена настройка таблиц и повышена скорость проектирования. В проекте может быть использовано максимум 255 экранов. **Рекомендация:** необходимо стараться сочетать тексты и переменные в одном и том же окне.

Переменные, растровые изображения графических объектов и шрифты должны быть определены до того, как они будут использованы на экране. Например, для описания переменных, используя редактор переменных (Variable Editor), определяются тип переменной, формат, а также местоположение в блоке данных. Однажды определённые переменные могут быть помещены в редактор экрана (Screen Editor) при помощи окон. **Предупреждение:** в пределах экрана переменная определяется только один раз.

Переменные в зависимости от их типа описываются определённым числом слов данных в пределах блока данных. Рекомендуется определять число переменных и их местоположение в блоке данных до начала разработки проекта. Одновременно с этим может быть начато программирование ведущего компьютера. Переменные, которые образуют группу и во время обмена данными с ведущим ПК должны быть переданы вместе, необходимо записать в блок данных в виде последовательности. В панелях TERMEХ 2хх/3хх может быть определено до 250 переменных, для описания которых доступно 178 слов данных. **Рекомендация:** внутренние переменные и/или переменные одного экрана следует объединять в один компактный блок в пределах блока данных.

Сообщения, содержащие информацию об аварийных режимах работы, могут сохраняться в течение ограниченного времени, а затем либо дезактивироваться, либо подтверждаться. Если сообщение аннулируется, скрытое им исходное изображение на дисплее снова становится видимым. Сообщения неприменимы для индицирования постоянных состояний, потому что одновременно может быть выведено на экран только одно сообщение. В рамках проекта доступно максимум 512 сообщений. Различают MONO-сообщения и MULTI-сообщения. **Рекомендация:** если сообщения состоят только из текстов, рекомендуется использовать MONO-сообщения.

### Особенности применения графических и текстовых терминалов

Графические терминалы (операторские панели) позволяют пользователю



Панель TERMEХ в составе оборудования газозаправочной станции

легко реализовать отображение данных (рис. 6). Они допускают комбинирование графических и текстовых элементов. Для разработки графических объектов могут быть использованы битовые отображения, произвольно заданные шрифты, гистограммы, строка программируемых функциональных клавиш и типовые графические элементы. Панели имеют экран дисплея с разрешением 240x480 пикселей. Расположение объектов на экране может быть выполнено с точностью до пикселя. Графические терминалы имеют пользовательский интерфейс, ориентированный на работу с окнами, что обеспечивает простоту формирования изображений. Для вывода информации доступны как MONO-, так и MULTI-сообщения.

Текстовые терминалы предоставляют для вывода данных 4 строки по 20 символов каждая (рис. 7). Данные выводятся одним шрифтом с высотой символа 12 мм и представлены текстом и/или встроенными переменными. Текст и переменные могут произвольно располагаться в пределах строк и столбцов. Для каждого экрана возможно назначение строки программируемых функциональных клавиш. Битовые отображения, произвольно заданные шрифты, гистограммы и графические элементы не могут использоваться в текстовых терминалах. Для вывода информации



Применение TERMEХ для проверки и взвешивания газовых баллонов

доступны MONO-сообщения, MULTI-сообщения использоваться не могут.

### ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Во второй части статьи планируется рассказать об организации соединений панелей TERMEХ с ПК и ПЛК и построении систем с их использованием. Помимо этого планируется ознакомить читателей с выпускаемыми компанией Pepperl+Fuchs EXTEC GmbH терминалами оператора iPC-EX и панельными IBM PC совместимыми компьютерами VISUEX, которые также относятся к категории современных средств построения человеко-машинного интерфейса во взрывоопасных зонах. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев. Под ред. А.С. Клюева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 464 с.
2. TERMEХ 220/230/320/330. TERM 220/230/320/330. Technical Manual. Esslingen: EXTEC GmbH; 2005.
3. TERMEХ PRO&EPCA. How to start... Esslingen: EXTEC GmbH; 2003.
4. Handbook Firmware Terminal TERMEХ 310, Terminal TERMEХ 300, Terminal TERMEХ 210, Terminal TERMEХ 200. Firmware Version VR4.30. Esslingen: EXTEC GmbH; 2000.

**В.К. Жданкин —**  
**сотрудник фирмы ПРОСОФТ**  
**119313 Москва, а/я 81**  
**Телефон: (495) 234-0636**  
**Факс: (495) 234-0640**  
**E-mail: victor@prosoft.ru**



Рис. 6. Графический терминал семейства TERMEХ



Рис. 7. Текстовый терминал семейства TERMEХ