

А.Н. Членов, В.И. Фомин, А.В. Федоров, П.А. Орлов
(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России,
e-mail: info@academygps.ru)

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ

Описан разработанный в Академии ГПС МЧС России программно-технический комплекс для изучения основ функционирования и структуры построения различных автоматических устройств и систем управления технологическим процессом.

Ключевые слова: обучение, автоматика, программно-технический комплекс.

A.N. Chlenov, V.I. Fomin, A.V. Fedorov, P.A. Orlov SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR LEARNING OF THE INDUSTRIAL AND FIRE AUTOMATICS

The developed in the Academy of software and hardware complex for learning the basics of the functioning and structure of the construction of different automation devices and systems for process control.

Key words: learning, automation, software and hardware.

Общие технические требования к программно-техническому обучающему комплексу (ПТОК)

В последние годы произошли кардинальные изменения в области подготовки специалистов пожарной безопасности. Они привели к:

- расширению задач пожарной службы в результате перехода ее в МЧС и кардинальному изменению подходов к обеспечению пожарной безопасности;
- смене поколений технических средств обеспечения пожарной безопасности, требующей обновления материальной базы для обеспечения учебного процесса;
- активизации научных исследований в целях подготовки специалистов высшей квалификации в вузах.

Для эффективного применения компьютерных технологий в обучении необходимы [1]:

- готовность преподавателей к использованию компьютеров в учебном процессе;
- разработка педагогического программного обеспечения;
- структуризация и тщательный отбор информационного учебного материала;
- разработка специальных автоматизированных средств обучения.

При ограниченных ресурсах такие изменения требуют нового подхода при формировании лабораторной базы. Новое учебное оборудование должно:

- обеспечивать подготовку инженеров, руководящих кадров, переподготовку и повышение квалификации специалистов;
- соответствовать современному уровню техники, учитывая тенденции её развития;
- обеспечивать проведение не только учебного процесса, но и научных исследований, а также испытание новой техники.

Применение ПТОК при подготовке специалистов пожарной безопасности позволяет решить ряд задач, основными из которых являются [1, 2]:

- сокращение времени обучения при одновременном повышении качества формируемых знаний за счет совершенствования информационных компонент учебного процесса, использования игровых видов занятий и тренировок, имитирующих сложные процессы управления противопожарной службой;
- повышение мотивации обучения за счет интереса к самостоятельной поисковой деятельности обучаемых на основе практической направленности обучения с использованием новых информационных технологий;
- создание условий последовательного перехода обучаемых на более высокую ступень интеллектуального и творческого развития путем внедрения в учебный процесс индивидуального обучения.

В процессе подготовки специалистов с использованием обучающих комплексов слушатели могут решать задачи по отработке модельно-алгоритмического, программного, информационного и технического обеспечения реальных систем противопожарной защиты, а также оценке их эффективности.

ПТОК должен быть диалоговой человеко-машинной системой, поэтому ее дидактические возможности определяются в основном возможностями входящих в ее состав компьютеров и интеллектуальных средств визуализации. Как правило, дидактические возможности компьютерных средств оцениваются по совокупности учебных функций, при выполнении которых они используются. Перечень таких функций при подготовке специалистов пожарной безопасности можно свести к следующему:

- управление познавательной деятельностью обучаемого;
- постановка задачи пожарным расчётам в тактических учениях;
- выполнение информационно-поисковых и информационно-справочных работ;
- формирование игровых ситуаций и управление поведением обучаемых в этих ситуациях;
- контроль знаний и уровня обученности;
- учёт и отчётность;
- решение расчётных и информационно-поисковых задач.

Для практической работы по внедрению учебных автоматизированных систем такой подход к оценке дидактических возможностей интеллектуальных средств визуализации является недостаточным, так как, во-первых, приведённый перечень функций может быть продлён с появлением новых задач, для решения которых целесообразно использовать вычислительные комплексы; во-вторых, из перечня не ясно, какие же функции (в пределах выделенной задачи) выполняют именно средства учебного комплекса и на каком объёме учебного материала решается задача. Поэтому для оценки дидактических возможностей учебной автоматизированной системы целесообразен операционный подход, при котором выделяются элементарные дидактические функции, доступные для чисто машинной реализации.

Перечень операций, обеспечивающих выполнение дидактических функций, будет различным в каждом конкретном случае. Однако может быть выделена некоторая обобщенная совокупность дидактических операций, обеспечивающих решение наиболее важной и наиболее сложной, с точки зрения машинной реализации, задачи управления познавательной деятельностью обучаемого [2].

ПТОК в процессе работы может выполнять следующие основные дидактические операции:

- выдавать обучаемому содержание учебного материала в виде графического изображения и алфавитно-цифрового текста на проекционном экране и на экране дисплея;
- выдавать группе обучаемых учебные задания, справки, решения расчетных задач, контрольные вопросы;
- принимать от обучаемых вопросы, ответы на вопросы и решения задач в виде текстовых сообщений или графических изображений, конструируемых кодированных ответов, физических действий (операций), связанных с перемещением и изменением состояния элементов схем, текстов, тренажеров, моделей, изменением состояния пожарной обстановки и др.;
- выполнять вычисления;
- давать целенаправленные консультации, указания о порядке дальнейших действий;
- принимать решения на разветвление учебного процесса;
- регламентировать порядок выдачи обучаемым последующих частей учебного материала и очередных вопросов (заданий);
- регистрировать и документировать показатели этапов обучения в виде оценок, усвоенных доз, количества ошибок, времени на выполнение задания;
- оценивать результаты обучения с упорядочением ответов и решений по степени их правильности, анализом допущенных ошибок и представлением рекомендаций по их устранению.

На основании перечисленного можно выделить следующие основные операции, обеспечивающие выполнение элементарного дидактического цикла управления обучением специалистов, представленные на рис. 1.

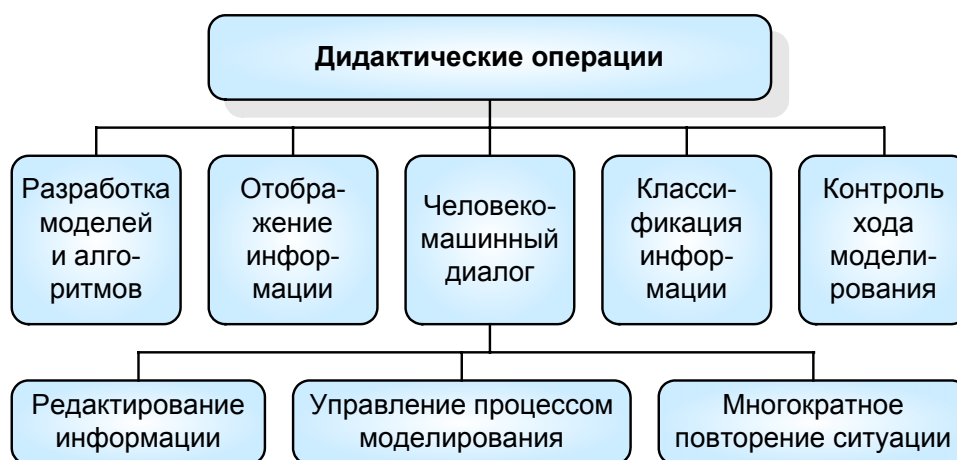


Рис. 1. Набор дидактических операций при автоматизированном обучении

Разработка моделей и алгоритмов должна обеспечиваться с помощью пакета прикладных программ, имитирующих реальные игровые ситуации, а отображение (представление) информации о ходе работы алгоритмов осуществляться на экране проектора и (или) монитора.

Диалоговое взаимодействие обучаемого с автоматизированной системой с помощью алфавитно-цифрового дисплея заключается в редактировании информационных массивов (видеокадров для проектора и монитора) и алгоритмов игровых ситуаций, регулировании направления протекания имитационного процесса, многократном повторении ситуации путем вызова исходной (промежуточной) информационной модели из памяти компьютера. Следует особо отметить дидактическую ценность редактирования, заключающуюся в возможности обучаемого организовать работу примерно так, как он работает с конспектом – исправлять, зачеркивать, изменять часть текста, постепенно уточняя информационные массивы (модель), то есть как бы "мыслить вслух".

Широкое внедрение в обучение учебных автоматизированных систем и комплексов значительно активизирует творческую работу обучаемых, способствует развитию навыков проектирования и внедрения компьютеров в повседневную деятельность подразделений пожарной охраны, позволяет намного быстрее овладеть искусством автоматизированного управления, а также способствует усвоению знаний, умений и навыков, касающихся современных информационных технологий.

Разработка и внедрение ПТОК изменит труд преподавателя, обеспечив возможность контроля решения дидактических задач в процессе обучения, позволив проводить массовые проверки знаний слушателей с ма-

лыми затратами времени по запланированной схеме контроля, требующей большого числа контрольных операций.

Вместе с тем, эффективность использования ПТОК для подготовки специалистов пожарной безопасности зависит от многих субъективных факторов и, в первую очередь, от теоретической, практической и методической подготовленности преподавателей и обучаемых, организаторской работы по подготовке и проведению занятий, а также от состояния учебно-материальной базы и методического обеспечения.

Можно сформулировать следующие общие технические требования к автоматизированному обучающему комплексу:

1. Обеспечивать изучение значительного раздела дисциплины или всей дисциплины полностью.

2. Обеспечивать проведение индивидуальных и групповых занятий.

3. Иметь возможность модернизации составных частей без замены основного оборудования.

4. Иметь возможность расширения путем добавления нового оборудования.

5. Обеспечивать проведения различных видов занятий - лабораторных, самостоятельных, контрольных и других работ.

6. Обеспечивать повышение не только знаний обучаемых, но также умений и навыков их работы с современными приборами и автоматизированными системами.

7. Обеспечивать обучение курсантов (студентов), слушателей, адъюнктов, повышение квалификации инженеров, руководящих работников и др.

8. Обладать универсальностью, то есть обеспечивать возможность применения различных компьютерных средств обучения.

Обучающий комплекс должен являться эффективным инструментом, позволяющим получить практические навыки работы с новейшим контроллерным оборудованием, технологическими языками программирования, средствами разработки и отладки приложений. Он должен быть проектно-компонентным модульным изделием, что позволит настраивать его под требования конкретных задач управления и защиты.

В состав комплекса должно входить оборудование и программное обеспечение ведущих мировых производителей, применяемое в промышленной автоматизации на современных объектах, а также специально разработанные контрольные и обучающие программы [3].

Для выполнения данных требований разработка комплекса должна включать также планировку и оборудование помещения учебного класса.

Для выполнения пп. 3, 4 целесообразно модульное построение комплекса, состоящее из отдельных приборов, стендов и вспомогательного оборудования.

Структура и состав обучающего комплекса

Рассмотрим реализацию общих требований, изложенных в предыдущем разделе, на конкретном примере разработанного автоматизированного обучающего комплекса для изучения дисциплины "Производственная и пожарная автоматика".

Особенностью дисциплины "Производственная и пожарная автоматика" является структура ее построения, при которой изучение идет "от простого к сложному" – от приборов контроля технологических параметров, анализаторов к системам автоматической противоаварийной защиты и АСУ взрывопожарозащитой промышленных объектов.

Проведенный поиск в области средств автоматизации учебного процесса выявил ряд технических решений, имеющих близкие к поставленным решаемые задачи [4]. Однако общим недостатком этих устройств является их направленность только на обучение персонала для работы на конкретной сложной системе в режиме тренажера.

В разработанном нами обучающем комплексе повышена эффективность обучения за счет обеспечения возможности детального изучения основ функционирования и структуры построения различных автоматических устройств и систем управления технологическим процессом, в том числе систем пожарной автоматики.

Структурная схема разработанного программно-технического обучающего комплекса представлена на рис. 2.

Могут быть использованы следующие варианты технической реализации отдельных блоков обучающего комплекса.

Блок датчиков 3 в общем случае может содержать специализированные датчики, предназначенные для работы с конкретными типами контрольно-измерительных приборов, а также стандартные датчики с аналоговым или цифровым выходом.

Блок контрольно-измерительных приборов 4 содержит один или несколько серийно выпускаемых приборов контроля технологических параметров (например, газоанализатор-сигнализатор СТМ-10, электронный мост КСМ-4, электронный потенциометр КСП-4 и т.п.), имеющих в общем случае выходы для передачи количественных значений контролируемых параметров и сигналов управления, если они превысили установленные пределы в блоке 5 (клапанами, задвижками и т.п.), а также световыми и звуковыми оповещателями и индикаторами (лампой, звонком и т.п.) в блоке оповещения 2.

Блок вспомогательного оборудования 1 содержит устройства для формирования тестовых воздействий на датчики блока 3 (например, тепловой фен, баллон с поверочной газовой смесью и т.п.), а также измерительные приборы для контроля параметров тестовых воздействий, съема и визуализации параметров контрольно-измерительных приборов блока 4 (вольтметр, секундомер и т.п.).

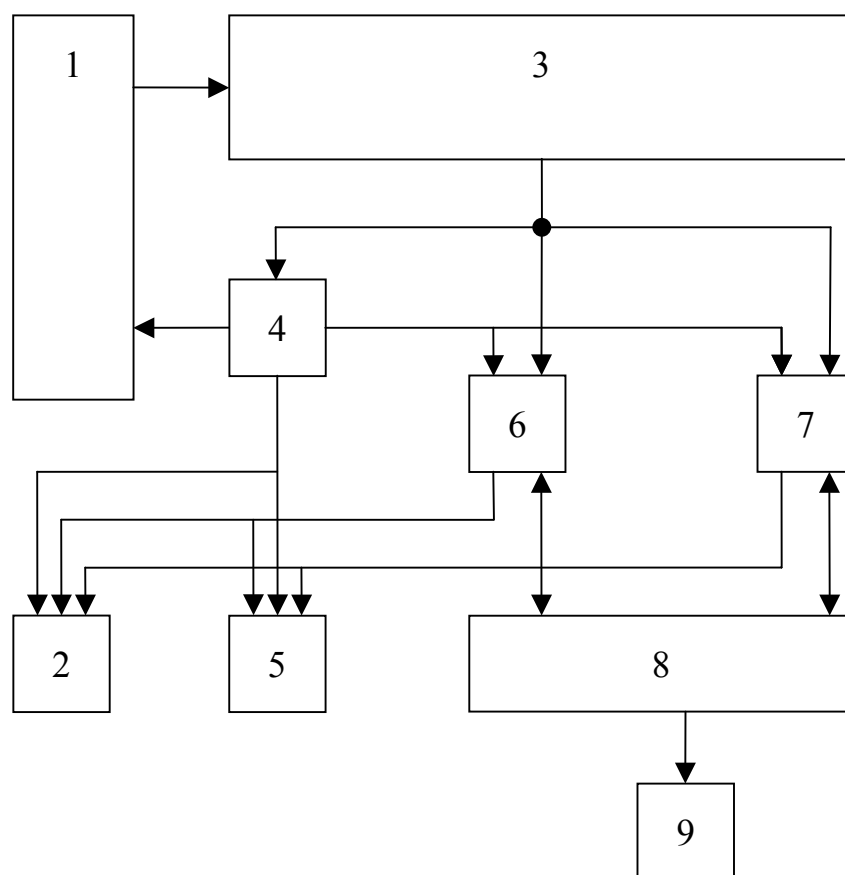


Рис. 2. Структурная схема программно-технического обучающего комплекса:
 1 – блок вспомогательного оборудования; 2 – блок оповещения;
 3 – блок датчиков; 4 – блок контрольно-измерительных приборов;
 5 – блок исполнительных элементов; 6 – первый процессорный блок;
 7 – второй процессорный блок; 8 – блок индивидуального обучения;
 9 – блок коллективного отображения учебных программ

Конкретный пример технической реализации блоков 1, 3, 4 представлен на рис. 3. Прибор сигнализатор-газоанализатор СТМ-10 подключен к датчику, соединенному с помощью колпака и эластичного трубопровода через ротаметр с регулировочным вентиляем к баллону с поверочной газовой метано-воздушной смесью. Измерительный выход прибора СТМ-10 подключен к цифровому вольтметру В7-38.

Первый процессорный блок 6 представляет собой программно-аппаратный блок, содержащий один или несколько программируемых контроллеров, связанных между собой. Для формирования первого процес-

сорного блока 6 могут быть использованы, например, технические средства комплекса "Агросторой" (рис. 4), включающего контроллеры локальной системы автоматизации, которые подключаются к специализированным датчикам-преобразователям температуры, давления, скорости воздуха, напряжения, тока, пульсаций пламени и др.) [4]. Обмен информацией между контроллерами осуществляется по локальной вычислительной сети с использованием интерфейса *RS-485* и протокола *ModBus*, между контроллерами и блоком индивидуального обучения 8 используется интерфейс *RS-232*.

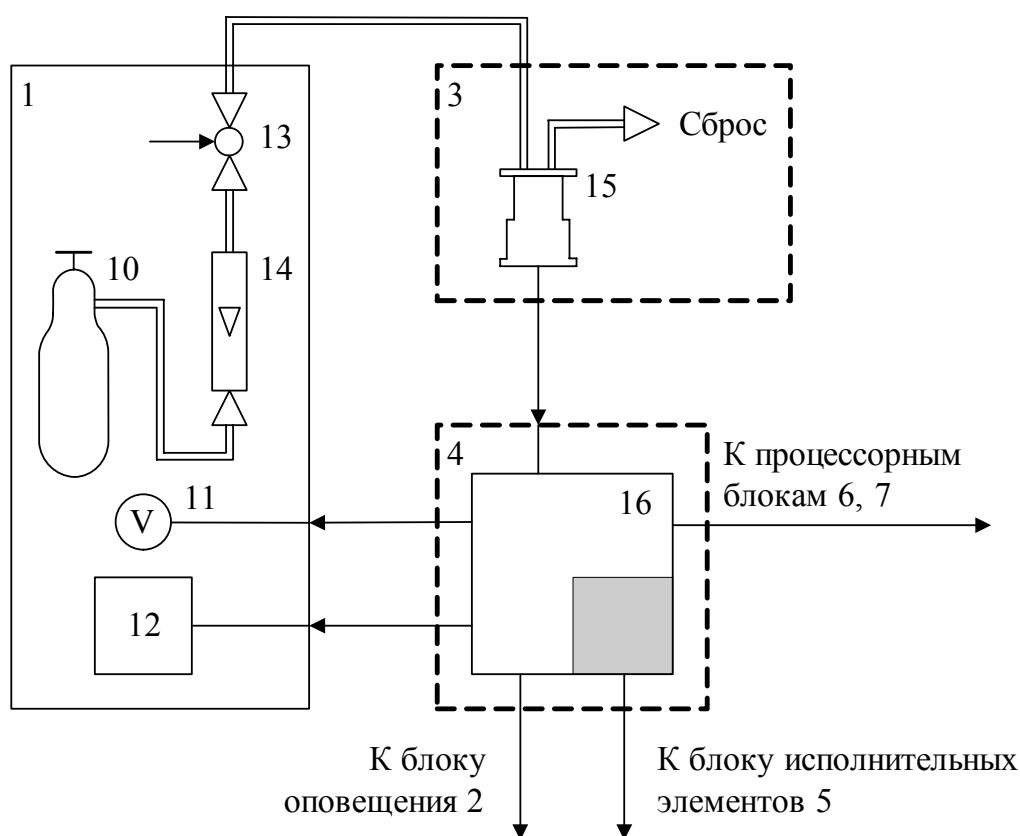


Рис. 3. Структурная схема варианта технической реализации блоков 1, 3, 4 ПТОК:

1 – блок вспомогательного оборудования; 3 – блок датчиков;
 4 – блок контрольно-измерительных приборов; 10 – баллон с поверочной газовой смесью; 11 – цифровой вольтметр; 12 – электронный секундомер;
 13 – вентиль точной регулировки подачи газа; 14 – ротаметр; 15 – датчик газоанализатора; 16 – газоанализатор-сигнализатор СТМ-10

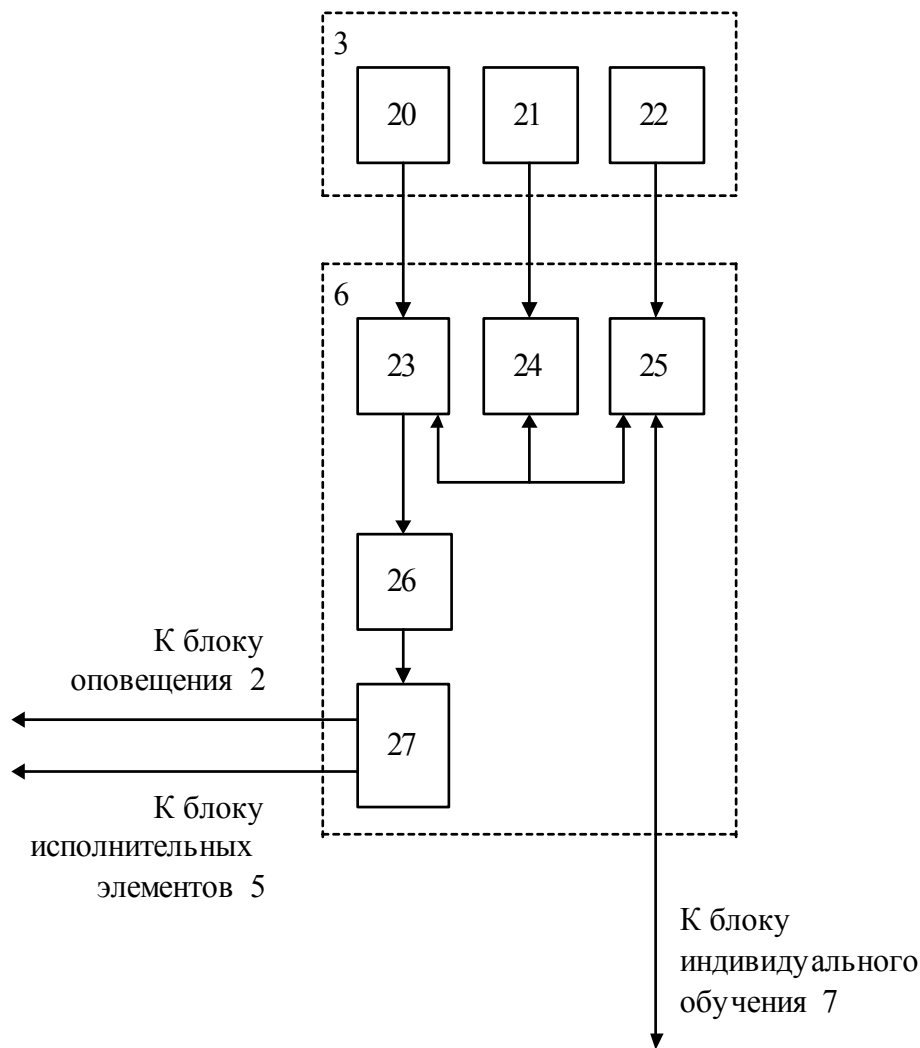


Рис. 4. Структурная схема варианта технической реализации первого процессорного блока 6 ПТОК:
 3 – блок датчиков; 6 – первый процессорный блок;
 20-22 - датчики; 23-25 – контроллеры локальных систем автоматизации; 26 - адаптер; 27 – модуль расширения

Второй процессорный блок 7 (рис. 5) представляет собой программно-аппаратный блок, содержащий один или несколько программируемых контроллеров, Например, могут использоваться контроллеры, входящие в комплекс "Модульные системы "Торнадо" [4], выполненные на базе промышленного компьютера Advantech ARK-3382 с операционной системой Windows-XP embedded, включающих блоки полевых интерфейсов, предназначенные для ввода аналоговых или дискретных сигналов от различных датчиков, а также выдачи дискретных управляющих команд. Связь между контроллерами внутри блока 7 и остальными блоками системы обучения осуществляется при помощи гальванически развязанного от измерительной части дублированного интерфейса Ethernet.

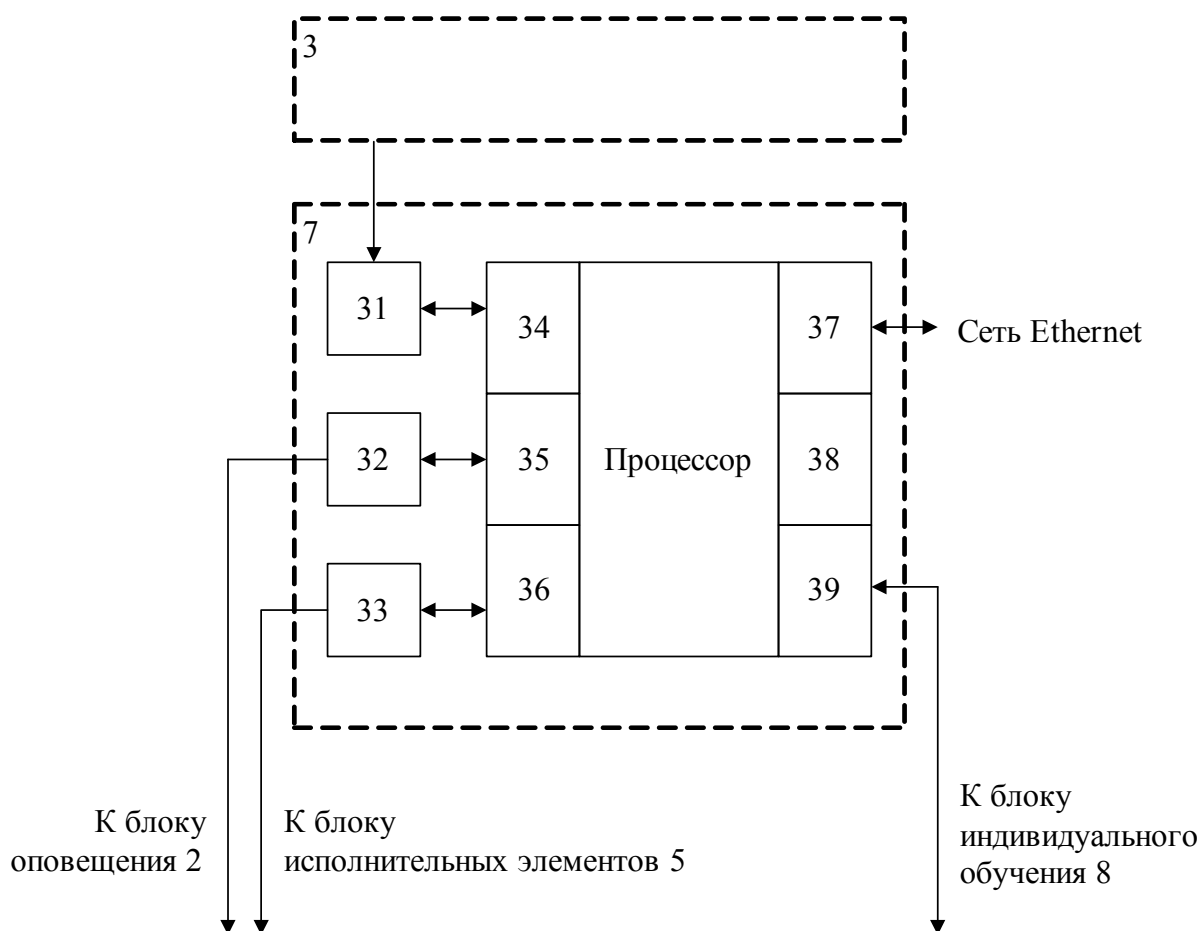


Рис. 5. Структурная схема варианта технической реализации второго процессорного блока 7 ПТОК:

- 3 – блок датчиков; 7 – второй процессорный блок;
- 31-33 – блоки полевых интерфейсов; 34-36 – submodule;
- 37 - Ethernet модуль; 38 - блок памяти; 39 – Comport

Блок индивидуального обучения 8 представляет собой комплекс персональных компьютеров, количество которых равно количеству обучаемых, подключенных к первому и второму процессорным блокам. Компьютеры имеют специальное программное обеспечение для работы с процессорными блоками 6, 7 и приборами блока 4, а также снабжены контрольными и обучающими программами по тематике обучения.

Блок коллективного отображения учебных программ 9 может быть выполнен в виде сенсорной панели с плазменным дисплеем, например, TV-TP65P10S с окном панели 1448×819 мм [6], подключенным с помощью USB кабеля к компьютеру блока индивидуального обучения 8.

Работа обучающего комплекса

ПТОК работает следующим образом: после включения электропитания всех элементов системы и выхода их на рабочий режим, на экранах мониторов блока индивидуального обучения 8 отображается задание, а также информация, необходимая для его выполнения. В базе данных компьютеров содержится необходимый справочный и учебный материал. Данная информация в случае группового обучения отображается также на экране сенсорной панели блока 9 коллективного отображения учебных программ.

После подготовки к занятию с помощью специальных компьютерных программ проводится индивидуальный и (или) групповой контроль знаний, по результатам которого преподавателем принимается решение о дальнейшем ходе занятия. Контроль знаний может быть выделен в самостоятельное занятие, использован при самообучении, а также проводится в конце занятия.

При групповом обучении один из компьютеров блока 8, подключенный к блоку 9, используется преподавателем (инструктором) для проведения занятия.

Рассмотрим работу обучающего комплекса на конкретном примере исследования работы в составе АСУ приборов контроля дозврывоопасной концентрации горючих газов и паров легковоспламеняющихся жидкостей.

Представленный на рис. 3 состав технических средств позволяет не только наглядно продемонстрировать работу в составе АСУ газоанализатора-сигнализатора 15 во всех режимах функционирования, но и проверить его основные метрологические характеристики. Баллон с поверочной газовой смесью (ПГС) содержит дозврывоопасную смесь горючего газа с воздухом, например, метана, объемная концентрация которого точно известна. Пропуская этот газ в заданном количестве, устанавливаемом с помощью ротаметра 14 и вентиля точной регулировки 13, через датчик 15 по значению выходного напряжения с выхода газоанализатора определяют измеренную концентрацию и, следовательно, погрешность показаний прибора. Если концентрация горючего газа превышает установленные пороги, на выходах прибора 16 формируются управляющие сигналы, которые поступают в блок оповещения 2, блок исполнительных элементов 5, а также через процессорные блоки 6, 7 для обработки и визуализации блоком индивидуального обучения 8 и блоком коллективного отображения программ обучения 9. С помощью электронного секундомера 12 определяется инерционность срабатывания газоанализатора-сигнализатора 16, то есть устанавливается соответствие этого параметра паспортным данным. Таким образом производится изучение принципа действия, правил работы и технического обслуживания приборов контроля технологических параметров,

используемых в АСУ.

С помощью электронного секундомера 12 по времени срабатывания исполнительных элементов в блоке 5 после начала тестового воздействия на датчики блока 3 может быть оценена общая инерционность системы автоматической аварийной защиты в составе АСУ.

Работа АСУ в режиме автоматического регулятора может быть исследована путем моделирования для различных объектов регулирования установки регуляторов с различными настроечными параметрами.

Для изучения способов построения АСУ на основе программируемых контроллеров в системе использованы процессорные блоки, имеющие различные варианты исполнения на основе локальных сетей со стандартными интерфейсами *RS-232*, *RS-485*, *Ethernet*.

Размещение технических средств ПТОК в помещении учебной аудитории представлено на рис. 6.



Рис. 6. Размещение технических средств ПТОК в помещении учебной аудитории

Состав блока датчиков 3, блока контрольно-измерительных приборов 4, блока оповещения 2 и блока исполнительных элементов 5 определяется поставленными задачами обучения и может изменяться. При этом должны соответствующим образом изменяться содержательная часть контрольных и учебных программ блока индивидуального обучения 8.

Особенностью разработанного ПТОК является широкий спектр возможных тем для проведения занятий: от изучения принципов действия отдельных её элементов (датчиков, контрольно-измерительных приборов, контроллеров) до изучения способов их интеграции в АСУ, а также решения задач программирования, выполнения расчетно-графических работ. Обучающие программы могут оперативно заменяться и дополняться.

ПТОК может быть использован как для индивидуального и (или) группового обучения студентов, так и для повышения квалификации специалистов.

Литература

1. Членов А.Н., Мосягин А.Б. Совершенствование подготовки специалистов пожарной безопасности на основе учебных автоматизированных систем / Материалы международной конференции "История пожарной охраны". - М.: МИПБ МВД России, 1999. - С. 29-33.

2. Топольский Н.Г., Мосягин А.Б., Гордеев С.Г. Дидактические возможности автоматизированной системы подготовки специалистов пожарной безопасности / Материалы международной конференции "История пожарной охраны". - М.: МИПБ МВД России, 1999. - С. 59-62.

3. Членов А.Н., Орлов П.А. Современные компьютерные средства в системе обучения // Материалы семнадцатой научно-технической конференции "Системы безопасности" – СБ-2008. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. - С. 88-90.

4. Орлов П.А. и др. Автоматизированная система обучения: патент РФ на полезную модель. Заявка № 2009141811 от 13.11.2009 г.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 20 февраля 2010 г.