

Московский технический университет связи и информатики

Стартовый комплект SK-167.
Отладочная плата KitCON-167.

Руководство по применению

МОСКВА 1999 г.

Стартовый комплект SK-167. Отладочная плата kitCON-167. Руководство по применению

1. Введение

Для проведения успешных, конкурентоспособных разработок современных микроконтроллерных средств и систем управления необходимо сочетать высокую надежность и эффективность конечного продукта со сжатыми сроками, отводимыми на проектирование, отладку и испытания. Решение этой задачи невозможно без применения на всех указанных стадиях специальных средств разработки аппаратуры и, особенно, разработки программного обеспечения.

Характерной особенностью современных средств и систем управления является постоянное усложнение алгоритмов работы, что в свою очередь приводит к росту объема программного обеспечения (ПО), увеличению требуемой производительности и объемов постоянной и оперативной памяти. Учитывая эти обстоятельства, программисты предпочитают использовать, там где это возможно, языки высокого уровня, поскольку их применение упрощает разработку, отладку и дальнейшее сопровождение программного обеспечения. Наиболее известным языком высокого уровня, нашедшим свое применение при разработке микроконтроллерных систем, является язык "С". Практически для каждого 16-ти разрядного микроконтроллера разработан один или несколько трансляторов с языка "С." **Система команд микроконтроллера С167 оптимизирована для исполнения типовых программных управляющих конструкций, генерируемых трансляторами языка "С". Реализованные в микроконтроллере способы адресации обеспечивают эффективный доступ к основным типам организованных данных (массивы, структуры, объединения), использование которых характерно для языков высокого уровня.**

Широко применяются и языки ассемблера, позволяющие создавать высокоэффективный программный код. Язык ассемблера является машиннозависимым, то есть он фактически эквивалентен машинному языку микроконтроллера, при этом, однако, все элементы программы могут быть представлены в символической форме, отражающей их содержательный смысл. Очень часто программисты используют "вставки" на языке ассемблера в наиболее критичных к затратам ресурсов и быстродействию участках в тексте программы на языке высокого уровня.

Преобразование исходного текста программы (ассемблерной или на языке высокого уровня) в двоичный машинный код производится специальным программным средством - транслятором, работающим совместно с компоновщиком, который объединяет отдельные оттранслированные модули в один загрузочный модуль, обеспечивая при этом необходимые внутренние связи между ними.

Как для языков высокого уровня, так и для языков ассемблера разработаны специальные программы - отладчики или, как их еще называют, симуляторы, отражающие архитектуру моделируемого микроконтроллера, а, часто, и аппаратного окружения микроконтроллера, и процессы выполнения всех ма-

шинных команд. Отладчики, как и упомянутое выше ПО, реализованы в виде кросс-средств, то есть обеспечивают отладку ПО разрабатываемого микроконтроллерного устройства на базе какого-либо компьютера, система команд которого отличается от системы команд микроконтроллера, например, наиболее часто на IBM PC-совместимом персональном компьютере. Это позволяет совмещать во времени этапы проектирования программных и аппаратных средств.

Особенностью средств и систем управления является работа в реальном масштабе времени, то есть когда время реакции на внешнее воздействие (или совокупность воздействий) не должно превышать заранее определенную величину. Соответственно этому и разрабатываются специальные операционные системы реального времени, представляющие собой интегрированный набор системных программ, осуществляющих управление ресурсами.

При совместной отладке ПО и аппаратных средств макета или опытного образца широко используются внутрисхемные эмуляторы (ВСЭ), позволяющие моделировать в реальном масштабе времени работу отлаживаемого микроконтроллера и устройств памяти. ВСЭ устанавливается на плату либо вместо штатного микроконтроллера в его панель (типа DIP, PLCC и т.д.), либо вместе с микроконтроллером, все выходы которого переведены в "третье" состояние с высоким сопротивлением. В последнем случае ВСЭ может быть включен либо в специальный отладочный разъем, либо установлен непосредственно на микросхему микроконтроллера ("наездник").

Для уменьшения времени, затрачиваемого на разработку и отладку аппаратных средств, выпускаются отладочные и промышленные платы. Отладочные или оценочные платы (evaluation boards) предназначены для решения следующих задач:

- отладки на ранних стадиях разработки программного обеспечения в реальном времени, на реальном микроконтроллере, взаимодействующим с подсистемами памяти и ввода/вывода;
- оценки возможностей используемого микроконтроллера;
- обучения студентов и специалистов;
- использования, обычно с небольшими дополнениями, в относительно простых средствах и системах управления в качестве встраиваемых микро-ЭВМ.

Отладочная плата совместно с необходимыми аксессуарами, справочно-информационной литературой и отладочным ПО образует так называемый стартовый комплект.

Промышленные платы используются в средствах и системах управления технологическими процессами, на транспорте, в аэрокосмической индустрии. И отладочные, и промышленные платы являются одноплатными (как правило) микро-ЭВМ, но если отладочные платы - относительно простые устройства с программами-мониторами, то промышленные платы включают в свой состав

широкий набор устройств памяти, ввода/вывода, разнообразных периферийных устройств, поддерживаемый специальными операционными системами реального времени.

Для отладки аппаратных средств широко используется контрольно-измерительная аппаратура как общего применения (аналоговые и цифровые осциллографы, мультиметры, источники питания, генераторы), так и специализированная (логические анализаторы и т.д.).

В настоящее время можно говорить о понятии среды разработки для данного типа микроконтроллера. Как правило, производители микроконтроллеров либо непосредственно, либо в кооперации с другими фирмами, предоставляют разработчикам целый ряд программных и аппаратных средств разработки и отладки. Фирма **Infineon Technologies**, являющаяся производителем 16-разрядных микроконтроллеров класса C167, предлагает разработчикам следующие средства от известных международных поставщиков:

- компиляторы с языков высокого уровня типа "C", "FORTH", "MODULA2" и т.д.;
- макроассемблеры, компоновщики, диспетчеры;
- программные отладчики (симуляторы) как для языка ассемблера, так и для языков высокого уровня;
- операционные системы для работы в реальном масштабе времени;
- внутрисхемные эмуляторы;
- промышленные платы;
- отладочные (оценочные) платы с программами-мониторами;
- стартовые комплекты и т.д.

Как уже отмечалось, в учебном процессе широко применяются отладочные платы. Для проведения лабораторных работ по изучению микроконтроллеров класса C167 используется отладочная плата KitCON-167 фирмы Phytex, входящая в состав стартового комплекта SK-167 фирмы Siemens. В последующих разделах будут рассмотрены ее устройство и принципы работы.

2. Назначение и состав платы KitCON-167

Плата KitCON-167 является отладочной платой микроконтроллеров класса C167х, принадлежащих к семейству C16х. Структурная схема платы приведена на рис. 1.

На плате установлен кристалл микроконтроллера SAK-C167CR-LM (U1), не имеющего собственной постоянной памяти ROM (ROMless устройство). Подсистема памяти образована микросхемами флеш-памяти (электрически стираемое перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство) U8 и U9 общей емкостью 256 кБайт и микросхемами RAM (оперативное запоминающее устройство) U10 и U11 общей емкостью 64 кБайт. Перепрограммирование флеш-памяти возможно непосредственно на плате (с использованием со-

ответствующего ПО, прилагаемого вместе с платой), напряжение программирования равно +5 В.

Аппаратно встроенный начальный загрузчик позволяет загружать программы пользователя по последовательному интерфейсу RS-232 (разъем P1) из главной ЭВМ (как правило, персонального компьютера).

Все линии портов микроконтроллера, в том числе линии адреса и данных, выведены на разъем (kitCON-Connector X3) в середине платы, что делает возможным использование платы в средствах и системах управления. Отдельный разъем (P2) предназначен для подключения либо интерфейса последовательной двухпроводной линии CAN, широко применяющегося в промышленной автоматике, либо дополнительного отладочного интерфейса RS-232.

Два светодиода, D4 и D5, индицируют состояние платы. Светодиод D4 красного свечения индицирует подключение источника питания (+8...+12 В, 500 мА), а светодиод D5 зеленого свечения - окончание процесса инициализации микроконтроллера и переход его в режим выполнения пользовательских программ. Светодиоды общего назначения D7...D14 подключены к линиям порта P2 и управляются программно.

К плате возможно подключение различных ВЧЭ либо по интерфейсу ICE/connect-16х (разъем X2), либо по интерфейсу Quad-Connector (разъем X6), либо непосредственно к контактам микроконтроллера (PressOn Adapter).

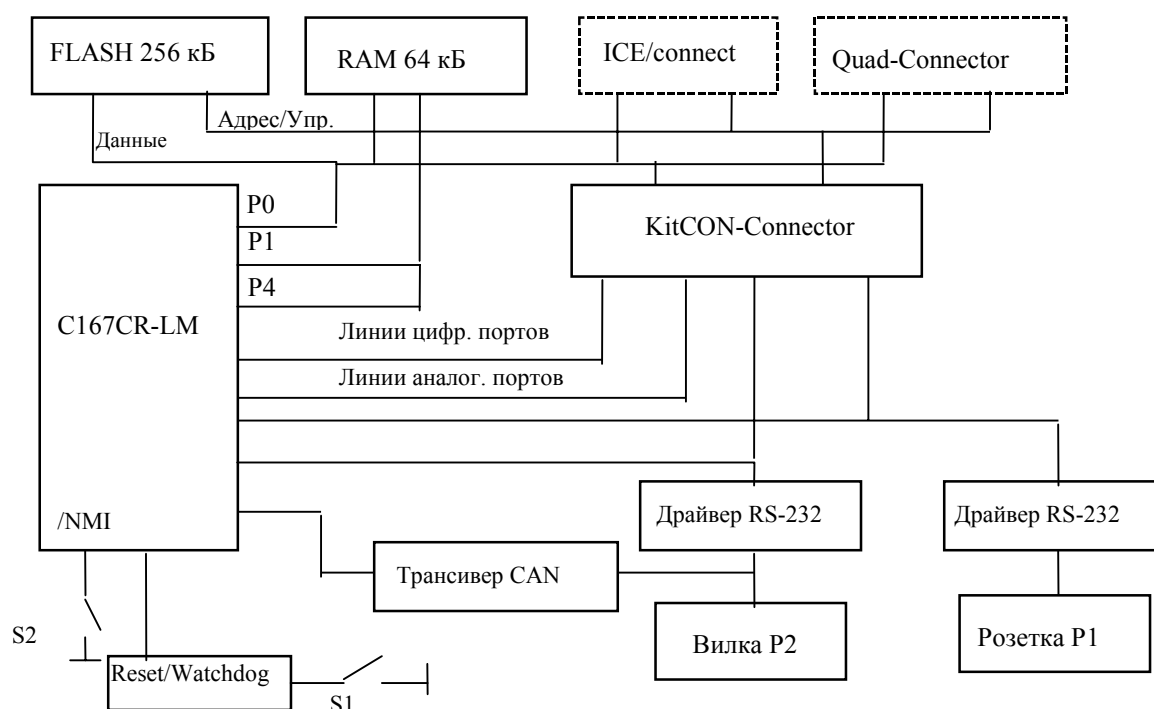


рис. 1 Структурная схема платы KitCON-167

Разъемы X2 и X6 на плате не установлены, при необходимости их установка производится пользователем.

Конфигурирование платы осуществляется с помощью 18 конфигураторов и одного DIP-переключателя.

Аппаратный сброс платы осуществляется кнопкой S1.

3. Состав программного обеспечения стартового комплекта SK-167

Для быстрого и эффективного изучения возможностей микроконтроллеров класса C167, а также для организации разработки, отладки и эксплуатации пользовательского ПО в состав стартового комплекта SK-167 включены соответствующие программные средства.

Разработка ПО на языке "C" осуществляется с помощью интегрированных сред разработки фирм Keil, Tasking, HighTec. В состав каждой из сред входят оценочная версия (с усеченными возможностями) C-компилятора, компоновщик/локатор, преобразователь формата и отладчик.

Программы на языке ассемблера могут быть разработаны и отлажены с помощью макроассемблера фирмы Ertec.

Для отладки ПО имеются оценочные версии отладчиков фирм PLS, Hitex и Lauterbach. Совместная работа этих отладчиков, а также отладчиков из состава вышеуказанных интегрированных сред, с отладочной платой обеспечивается специальными программами-мониторами, загружаемыми с помощью начального загрузчика микроконтроллера по интерфейсу RS-232 (разъем P1).

Оценочная версия библиотеки ПО для CAN фирмы STZP и демо-версия драйвера CAN фирмы I+ME обеспечивают программную поддержку интерфейса CAN.

В составе ПО имеется демо-версия операционной системы реального времени фирмы CMX Company.

Отлаженное программное обеспечение может быть помещено во флеш-память с помощью специальной программы Flash-Tools фирмы Phytex.

4. Организация лабораторного стенда. Подготовка к работе

При проведении лабораторных работ организуется стенд, структурная схема которого приведена на рис. 2.

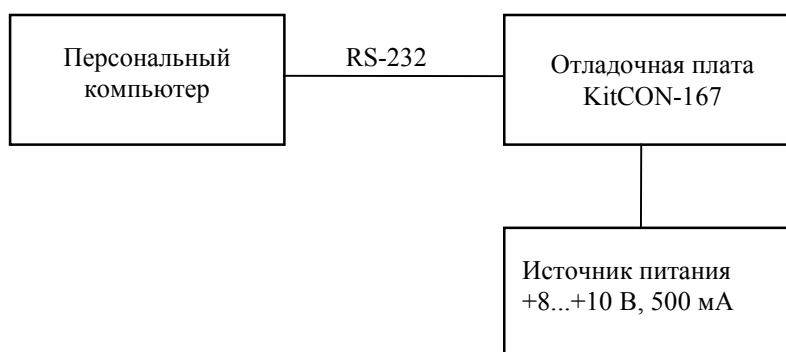


рис. 2 Структурная схема лабораторного стенда

Перед тем, как приступить к проведению лабораторной работы, **убедитесь** в том, что:

- компьютер через порт COM1 или COM2 соединен кабелем с отладочной платой (разъем P1);
- переключатель 1 DIP-переключателя S3, расположенного рядом со 152-контактным разъемом kitCON-Connector, находится в положении On;
- источник питания соединен кабелем с разъемом X5 отладочной платы.

В случае невыполнения хотя бы одного из данных условий следует обратиться к преподавателю или лаборанту и до устранения нарушений не приступать к работе на стенде.

5. Отладка программ

Особенностью процесса отладки прикладных программ с использованием оценочной платы является наличие *программного* посредника между технологическими средствами отладки (в данном случае программа-отладчик) и отлаживаемой прикладной программой – так называемой программы-монитора.



рис. 3 Взаимодействие программ при отладке

На рис. 3 изображена схема взаимодействия программного обеспечения при отладке. С помощью технологической программы-отладчика пользователь имеет возможность управлять процедурой отладки, вводя для этого команды и данные. Далее, программа-отладчик, транслирует эти данные и команды по последовательному каналу для исполнения программе-монитору. Как правило, все действия по отладке производятся в режиме останова отлаживаемой прикладной программы.

В отличие от программного симулятора, использование целевой оценочной платы дает возможность проводить отладку прикладных программ при совместной работе с реальным аппаратным окружением, то есть с учетом взаимодействия программной и аппаратной компонент отлаживаемого устройства. Например, программа контроллера целевой платы может вырабатывать сигналы управления внешними аппаратными узлами, анализировать поступающие от этих узлов ответные сигналы, и обрабатывать запросы прерывания, которые генерируются также внешним аппаратным окружением. Однако по сравнению со случаем использования внутрисхемного эму-

лятора, отладка с помощью оценочной платы имеет существенные отличия и ограничения:

- Во-первых, невозможны действия, выполняемые по аппаратно-анализируемому условию (например, останов при записи по заданному адресу) и действия, осуществляемые "на лету", то есть без останова отлаживаемой программы;
- Во-вторых, программа-монитор занимает часть аппаратных ресурсов (порт ввода/вывода, память), которые запрещены для прочего применения, поэтому, для исключения конфликтных ситуаций разработка прикладной программы должна вестись с учетом ограничений, налагаемых программой-монитором; кроме того, для выполнения функций монитора тратится часть производительности контроллера;
- В-третьих, при работе отлаживаемой программы и, особенно, в случае потери управления не исключается возможность порчи самой программы-монитора, в результате чего текущий сеанс отладки аварийно завершается с потерей всего накопленного контекста;

При проведении лабораторных работ с оценочной платой kitCON-167 используется программа-отладчик (программный симулятор) dScope-166 из пакета кросс-средств разработки ПО от фирмы "Keil". Данная программа позволяет производить отладку прикладных задач не только на полностью программной модели контроллера (так называемая "симуляция"), но и в реальной аппаратной среде оценочной платы.

Под управлением программы-монитора контроллер отладочной платы может произвести загрузку и перезагрузку прикладной программы, ее запуск на исполнение и останов, перезапуск и продолжение выполнения остановленной программы, чтение и модификацию внутренних регистров контроллера и ячеек памяти.

6. Порядок работы

При выполнении работ с платой kitCON-167 необходимо придерживаться следующей последовательности операций: включение питания платы, запуск программы-отладчика dScope-166, загрузка программы монитора, загрузка прикладной программы пользователя, отладка программы, выход из программы отладки, выключение питания платы.

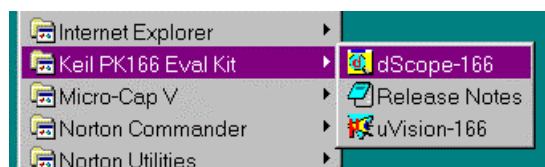


рис. 4 Запуск программы dScope-166

6.1. Запуск отладчика, загрузка программы-монитора

На рис. 4 приведен пример фрагмента стартового меню операционной системы, иллюстрирующий процедуру запуска программы-отладчика dScope-166. Общий вид окна программы приведен на рис. 5.

Заметим, что состав, размер и положение отдельных внутренних окон определяются пользователем.

После открытия окна отладчика требуется выбрать режим работы програм-

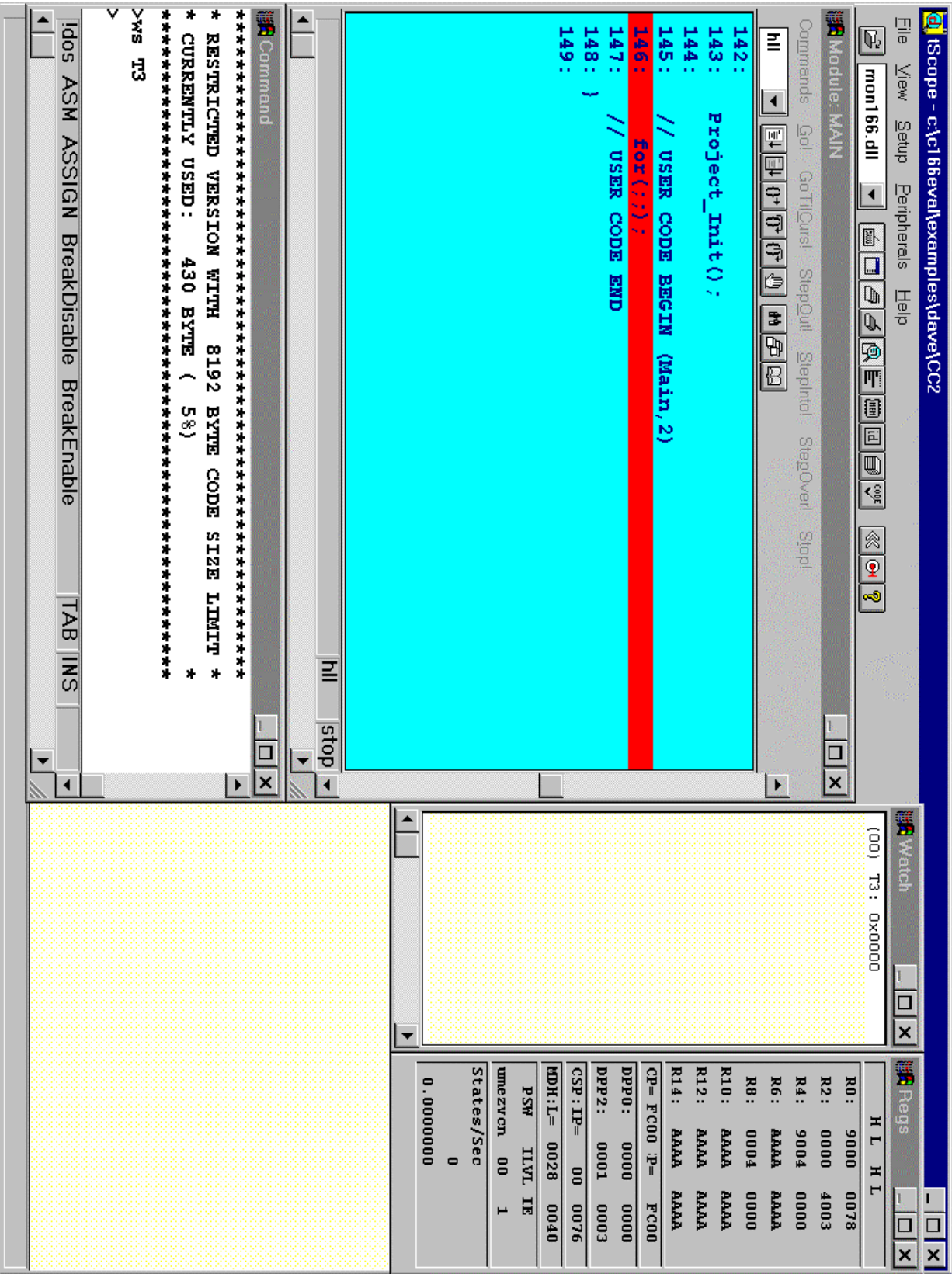


рис. 5 Вид окна программы отладки dScope-166

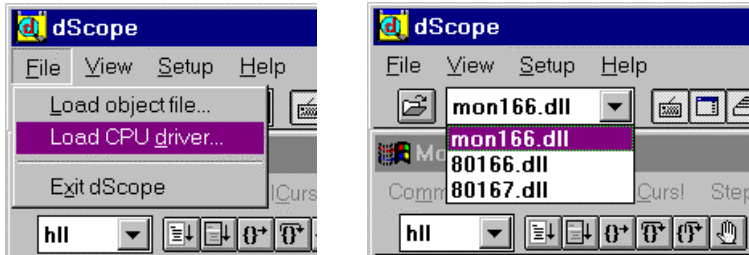




рис. 6 установка режима работы программы

окне установки драйвера ЦПУ (справа от кнопки  - см. рис. 6) и выбрать пункт с именем файла mon166.dll. В результате должна начаться операция по загрузке мониторной программы в отладочную плату, сопровождаемая появлением индикатора процента выполнения операции.

6.2. Загрузка прикладной программы

Для инициализации загрузки прикладной программы в отладочную плату служат пункты главного меню "File⇒Load object file..." и кнопка . И тот и

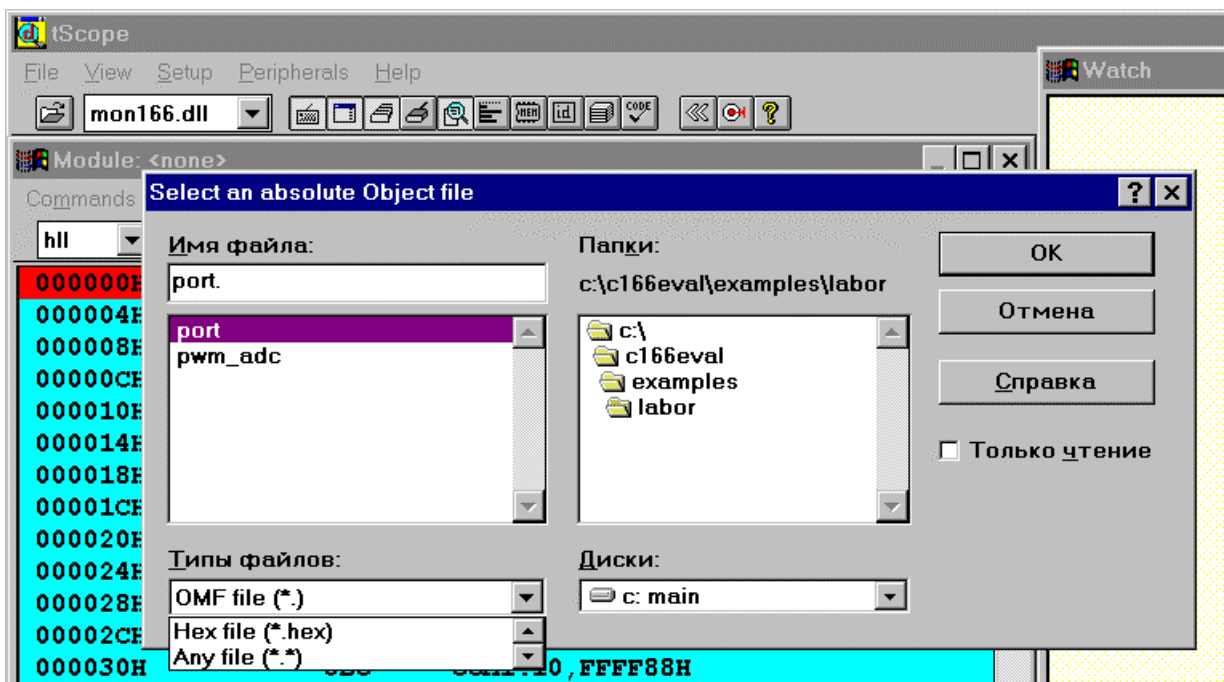










рис. 7 Загрузка прикладной программы

другой варианты инициализации приводят к открытию окна выбора файла прикладной программы, показанного на рис. 7. Следует обратить внимание на установку, существующую по-умолчанию: считается, что у имени искомого файла расширение должно отсутствовать. Поэтому, если имя файла загрузочного модуля имеет расширение, то следует или установить опцию "Any file (*.*)" в окне "Типы файлов", а затем уже выбирать нужный файл из общего списка, или же ввести полностью это имя в поле "Имя файла". Об окончании

загрузки прикладной программы свидетельствует появление ее исходного текста в окне отладчика "Module:<...>".

6.3. Запуск, перезапуск, запуск с продолжением, останов программы

Запуск на непрерывное выполнение загруженной прикладной программы производится при "нажатии" на кнопку , останов – на кнопку . Для пошагового выполнения программы служит кнопка . Если программа была временно приостановлена (кнопкой ) на какой-либо фазе работы, то продолжение ее выполнения после этого останова производится также кнопкой .

Перезапуск (старт с начальной позиции) программы осуществляется в последовательности останов (кнопка ) – сброс (кнопка ) – пуск (кнопка .

6.4. Просмотр и модификация содержимого внутренних регистров и ячеек памяти

Все действия, связанные с просмотром и модификацией внутренних регистров и ячеек памяти, доступны только в режиме останова программы. Программа-отладчик отображает содержимое заказанных переменных в окне "Watch". Заявка на отображение переменных устанавливается в окне командного интерпретатора "Command" путем ввода команды "ws" и имени соответствующей переменной, например:

ws T3.

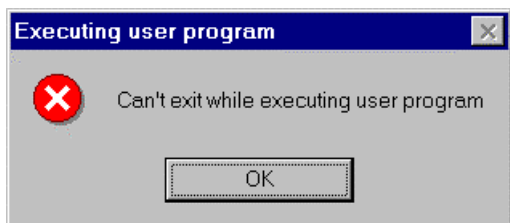


рис. 8

6.5. Выход из программы-отладчика

Перед выходом из программы отладки dScope-166 необходимо предварительно остановить работающую прикладную программу. В противном случае штатный выход из программы окажется невозможным, о чем будет информировать выдаваемое в этом случае сообщение (см. рис. 8).