

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Северо-Кавказский филиал
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
"Московский технический университет связи и информатики"



Методические указания
к лабораторным и практическим занятиям

PROTEUS

Основы применения

Направление подготовки:

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Ростов-на-Дону
2019

УДК 681.3.06 (076)
ББК 32.07

Чикалов А.Н. Proteus. Основы применения. Методические указания к лабораторным и практическим занятиям. Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал МТУСИ, 2019. - 17 с.

В пособии изложены методические рекомендации по применению программы электронного моделирования Proteus при выполнении лабораторных и практических занятий по дисциплинам учебного плана. Программа может быть использована при изучении основ аналоговой и цифровой схемотехники, микропроцессорных устройств и микроконтроллеров, моделировании аналоговых и цифровых устройств и различных систем. Пособие содержит необходимые справочные материалы.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника и 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профилей Многоканальные телекоммуникационные системы, Сети связи и системы коммутации, Защищенные системы и сети связи, Системы радиосвязи и радиодоступа, Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, Программное обеспечение и интеллектуальные системы.

Пособие предназначено для использования при изучении дисциплин учебного плана, а также может быть использовано преподавателями и студентами в научной работе и в процессе самостоятельной работы.

Учебное пособие обсуждено и одобрено на заседании кафедры ИВТ
Протокол №1 от 26.08.2019

Рецензент Зав. кафедрой ИВТ д.т.н. профессор Соколов С.В.

3. СИСТЕМА СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ Proteus

Цель:

1. Углубить и закрепить теоретические знания по принципам работы электронных устройств;
2. Приобрести практические навыки самостоятельного изучения состава, возможностей, режимов работы среды моделирования Proteus, освоения элементов интерфейса;
3. Совершенствовать навыки анализа, обобщения и систематизации полученных результатов, навыки составления и оформления отчетных материалов, навыки точного и лаконичного представления докладов на вопросы технического характера.

Учебные вопросы:

1. Запуск и настройка системы моделирования Proteus;
2. Сборка электронной схемы;
3. Моделирование схемы и отладка.

Литература для подготовки к занятию

1. Proteus по-русски: Тематический обзор печати и интернет-ресурсов Радиоежегодник 2013 выпуск 24;
2. www.rlocman.ru/radioyearbook - электронная версия журнала Радиоежегодник 2013 выпуск 24;
3. <http://cxem.net/comp/comp117.php> - цикл статей по работе в Proteus;
4. <http://kazus.ru/forums/forumdisplay.php?f=25> форум по обсуждению вопросов по работе с программой Proteus.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Название каждого учебного вопроса и краткий конспект в объеме практических заданий по вопросу.

Вопросы для подготовки к занятию

1. Назначение систем моделирования электронных схем.
2. Какие параметры цифровых программируемых схем невозможно увидеть в системах отладки?
3. Какие параметры можно контролировать в системах моделирования электронных схем?
4. Какие допущения имеют системы моделирования электронных схем?

Актуальность занятия

Разработка устройств на основе специализированных контроллеров связана с разработкой аппаратной и программной составляющих. Эти компоненты должны работать совместно и в реальном времени. Поэтому процессу отладки отводят очень значительное время и придают принципиальное значение. Овладение инструментами программирования и отладки является обязательным условием эффективного проектирования устройств управления на микроконтроллерах.

Задание 3.1. Запуск и настройка системы моделирования Proteus

Практические задачи:

1. Выполнить запуск системы;
2. Осуществить настройку системы.

Proteus - это система моделирования электронных схем. Основывается работа программы на моделях электронных составляющих, принятых в PSpice, отсутствующие модели можно создать самостоятельно. Кроме того реализованы модели микропроцессоров, микроконтроллеров 8051, AVR, PIC, HC11, MSP430, ARM7/LPC2000 и другие. Работает с большинством компилятором (в частности, СИ) и ассемблерами.

Proteus состоит из двух главных модулей:

ISIS - (Intelligent Schematic Input System - интеллектуальная система схематического ввода) — графический редактор принципиальных схем, служит для ввода разработанных проектов с последующим моделированием и передачей для проектирования печатных плат в ARES;

ARES - графический редактор печатных плат со встроенным менеджером библиотек и автотрассировщиком ELECTRA, автоматической расстановкой компонентов на печатной плате.

PROTEUS имеет уникальные компоненты:

USBCONN - этот инструмент дает возможность включиться к действительному USB порту компьютера;

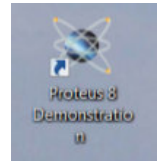
COMPIM - данный компонент дает возможность виртуальному устройству включиться к реальному COM-порту вашего ПК.

Микроконтроллер это программируемый универсальный цифровой модуль. Для разработки и отладки программы для него используют интегрированные системы программирования и отладки. Они позволяют использовать множество удобных и эффективных процедур, оценивающих логику разрабатываемых программ. Однако такие системы не предназначены для демонстрации работы устройства в реальном времени. Для микроконтроллеров это принципиально важно. Такую возможность предоставляют системы моделирования. Профессиональная версия Proteus обеспечивает также трехмерное изображение получающегося устройства и трассировку печатных плат.

Запуск симулятора

Запуск можно осуществить несколькими способами:

- запустить приложение с Рабочего стола, выбрав ярлык;
- выполнив последовательно Все_программы\Proteus 8 Demonstration\ Proteus 8 Demonstration.exe.



Настройка параметров системы моделирования

Далее последовательно выбрать:

- ***NewProject;***
- в стартовом окне мастера нового проекта ***New Project Wizard: Start*** зафиксировать имя и путь к файлу нового проекта. Выбрать Next;
- в окне эскиза ***New Project Wizard: Schematic Design*** - сохранить - "По умолчанию" (***DEFAULT***), нажать Next;
- в окне макета печатной платы ***New Project Wizard: PCB layout*** (PCB - Printed Circuit Board) установить: Не создавать макет печатной платы (***Do not creat a PCB layout***). Выбрать Next;
- в окне встроенного программного обеспечения ***New Project Wizard: Firmware*** выбрать "Отсутствие проекта встроенного программного обеспечения" (***No Firmware Project***). При работе с оригинальным ПО в этом окне возможно выбрать "Создать проект встроенного программного обеспечения" (Create Firmware Project). В этом случае необходимо выбрать семейство микроконтроллера (Family), тип контроллера (Controller) и наименование компилятора (Compiller). Это позволяет осуществлять разработку ПО непосредственно в Proteus. При использовании демоверсии можно просмотреть допустимые варианты этих составляющих, но использовать их недопустимо. Поэтому загружать в модель необходимо уже готовый откомпилированный код. Нажать Next;
- в итоговом окне мастера нового проекта ***New Project Wizard: Summary*** просмотреть итоговые свойства проекта (создание только схемы), уточнить детализацию (Details) и нажать "Готово" (Finish). На экране будет представлено окно с итоговыми результатами настройки.

В отчете представить:

1. Состав параметров, выбираемых при запуске Proteus.

Задание 3.2. Сборка электронной схемы

Практические задачи:

- 1.Собрать схему, представленную на рис.1.19;
2. Осуществить настройку параметров элементов схемы.

Основные элементы интерфейса Proteus

На рис.3.1 представлено основное окно моделирующей программы

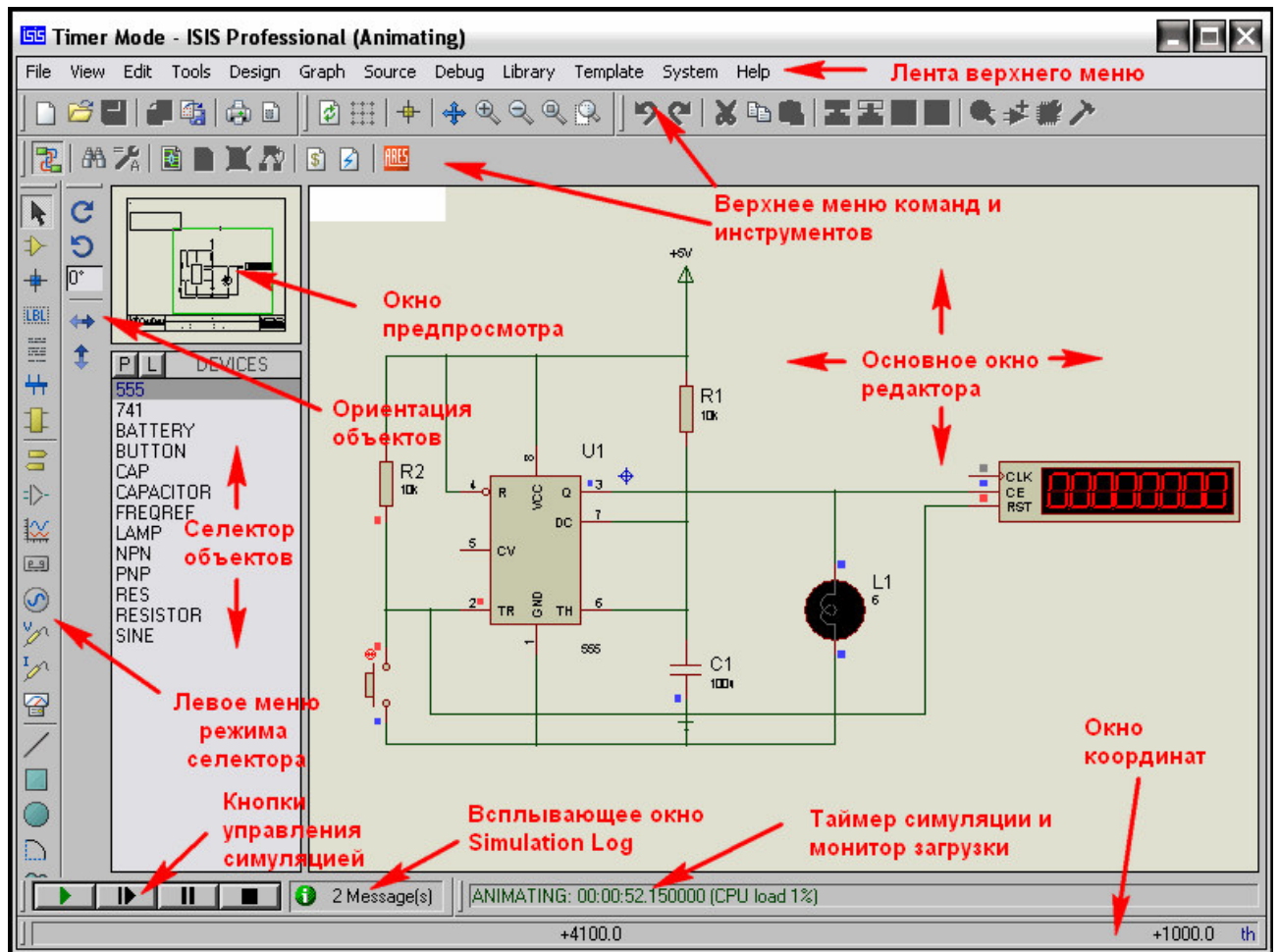


Рис.3.1. Основное окно моделирующей программы

Состав меню верхней ленты в основном типовой. Так для меню **File** базовыми возможностями являются (рис.3.2):

NewDesign – создать новый проект;

OpenDesign (Ctrl+O) – открыть существующий проект;

SaveDesign (Ctrl+S) – сохранить изменения в текущем проекте;

SaveDesignAs... – сохранить проект в других версиях программы

Proteus;

SaveDesignAsTemplate... – сохранить проект как образец;

WindowsExplorer... – откроется папка, где хранится проект;

ImportBitmap... вставка внешнего рисунка в формате BMP;

ImportSection... – вставка внешнего фрагмента (позволяет перемещать части схемы из одного проекта в другой);

ExportSection... – преобразование во внешний фрагмент;

ExportGraphics – преобразование схемы в другие форматы (рисунок BMP, чертеж DXF и др.);

MailTo... – отправить по электронной почте;

Print... – печать, настройка печати.

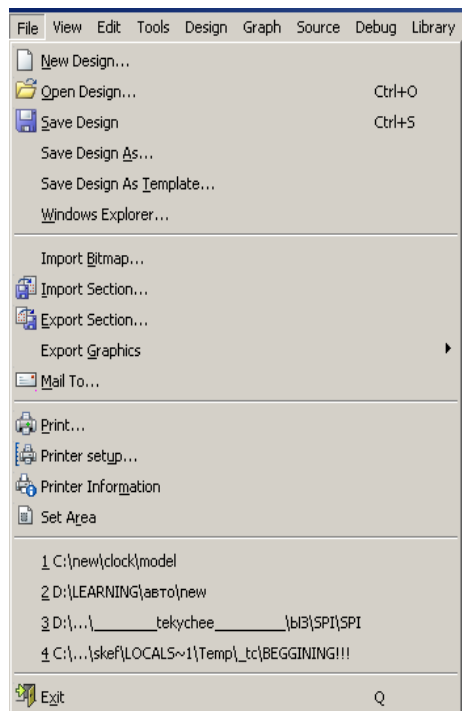


Рис.3.2. Меню **File**

Меню "Вид" (**View**) предназначено для задания параметров представления внешнего вида создаваемой схемы (рис.3.3):

Redraw - перерисовать;

Grid - установка сетки;

Origin - относительная/абсолютная система координат;

- размеры сетки **Snap** (в точках или дюймах);

Pan - панорамирование;

Zoom In - увеличить масштаб;

Zoom Out - уменьшить масштаб;

Zoom All - показать все;

Zoom to Area - показать выделенную область;

Toolbars - панели инструментов.

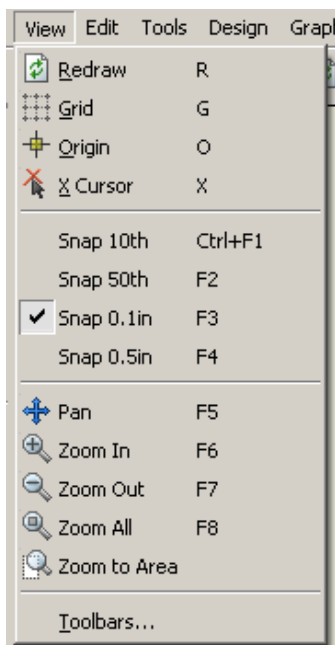


Рис.3.3. Меню **View**

Меню Редактирования (**Edit**) позволяет:

- отменить последний (**Undo Changes**) или восстановить предыдущий (**Redo Changes**) шаги редактирования;

- вырезать (**Cut to Clipboard**), скопировать (**Copy To Clipboard**) выделенное изображение в буфер, вставить из буфера (**Paste From Clipboard**);

- выделить все объекты схемы (**Select All Objects**);

- найти и отредактировать свойства объекта по его позиционному обозначению (**Find/Edit Component**).

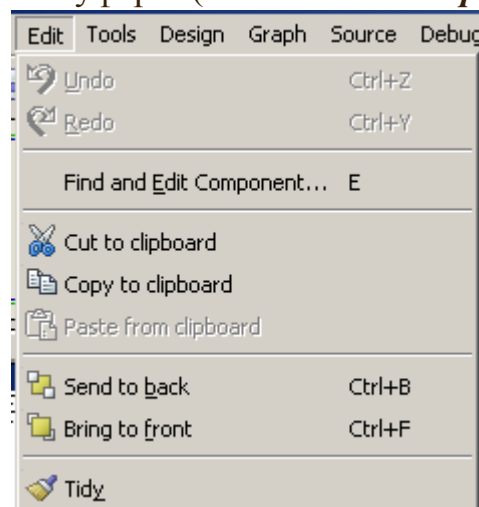


Рис.3.4. Меню **Edit**

Выбор компонентов электронной схемы

Выбор компонентов осуществляется из библиотеки элементов. Сделать это можно двумя способами:

- осуществив переход **Library\Pick_part_from_Library**;
- нажав кнопку **P** в окне установленных компонентов **DEVICES**. Если окно в настоящий момент отсутствует, то его можно вызвать, нажав кнопку

Компонентов (**Component Mode**) на левой панели инструментов .

В открывшемся окне Выбора устройств (**Pick Devices**) поиск осуществляется по категориям (**Category**) и подкатегориям (**Sub-category**), типу корпуса (**Manufacturer**). На рис.3.5 представлено окно для выбора микроконтроллера AtTiny2313. Следует учесть, что контакты цепей питания микроконтроллеров в этой системе не отображаются: питание на них подано по умолчанию.

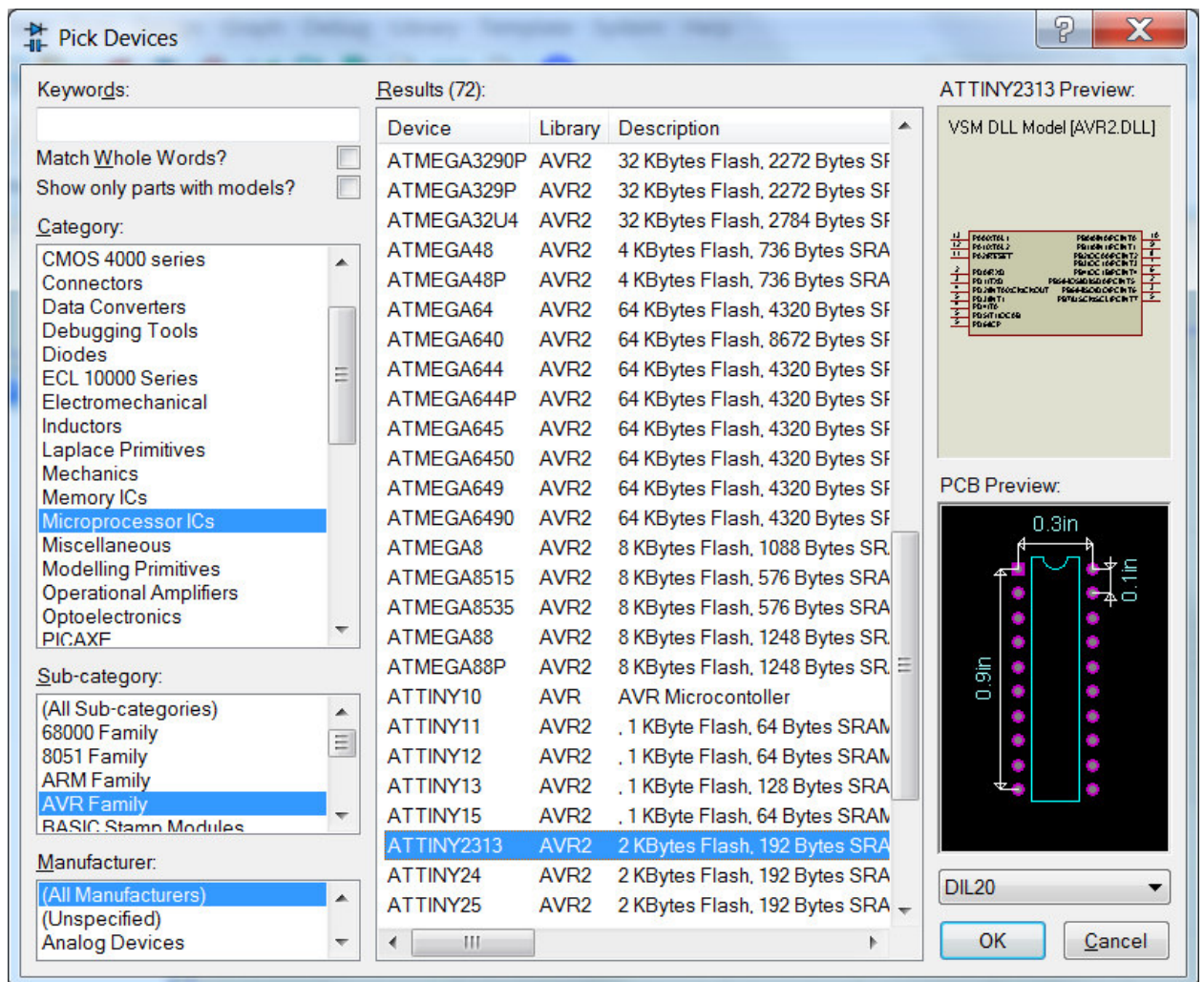


Рис.3.5. Окно **Pick Devices**

Облегчить поиск можно, заполнив окно Ключевое слово (**Keywords**). При этом по мере ввода ключевых символов система будет последовательно актуализировать все отображаемые окна.

В окне **Pick Devices** в полях предварительного просмотра отображаются условное графическое обозначение компонента (**ATTINY2313 Preview**) и его конструктивное исполнение (**PCB Preview**) для последующей разработки печатной платы и трассировки цепей.

Если на выбранном компоненте дважды щелкнуть левой кнопкой, то элемент переместится в окно **DEVICES**. В него рационально после поиска разместить все необходимые компоненты, что значительно ускорит набор электронной схемы. Аналогичные результаты получаются при нажатии кнопки **Ок**. Удаление элементов из списка **DEVICES** выполняется выделением элемента в списке, вызовом правой кнопкой контекстного меню и выбором опции Удалить (**Delete**).

Для будущей схемы будут полезны некоторые конкретные виды элементов:

1. Элементы коммутации в группе Переключателей и реле (**Switches & Relays**). Здесь можно выбрать кнопки (**BUTTON**), групповые переключатели на разное количество соединений (**Switch**), а также реле (**Relays**);

2. Элементы индикации в группе Оптоэлектроники (**Optoelectronics**). В подгруппах Светодиодов (**LEDs**), Графических светодиодных индикаторов (**Graphical LCDs**), Знакосинтезирующих индикаторов (**Segment Displays**) можно подобрать необходимый прибор;


Светодиоды различаются по цвету (например, зеленый **LEDs-GREEN**) и режиму моделирования. В режиме цифровом (**Digital**) светодиод не потребляет ток, а в режиме аналоговом (**Analog**) потребление тока осуществляется по общим правилам;

3. Резисторы выбираются в группе **Resistors**. Они различаются по рассеиваемой мощности, конструкции, величине сопротивления и т.д. Для использования переменных резисторов лучше выбрать тип **POT-HG**;

4. Конденсаторы находятся в группе **Capacitors**;

5. Транзисторы в группе **Transistors**;


6. Терминальные элементы (концевые, ввода и вывода, пограничные)

выбираются кнопкой **Terminals Mode**  в окне Редактора схем **Schematic Capture**. В частности там можно выбрать элемент Общий повод **GROUND**, Питание **POWER**;

7. Измерительные приборы выбираются в группе **INSTRUMENTS**



в окне Редактора схем **Schematic Capture**. Здесь можно найти, в частности, четырехканальный осциллограф (**OSCILLOSCOPE**), вольтметры (**VOLTMETER**) и амперметры (**AMMETER**) в режиме измерения постоянного (**DC**) и переменного (**AC**) токов;


8. Генераторы сигналов выбираются кнопкой **Generator Mode**  в окне Редактора схем **Schematic Capture**. Доступны генераторы постоянного напряжения **DC**, синусоидального **SINE**, импульсного **PULSE** и т.д.


Размещение и редактирование элементов

Размещение элементов в окне редактора осуществляется путем выделения необходимого элемента в окне **DEVICES**, щелчком в окне (элемент отображается розовым цветом) и еще одним щелчком фиксации на выбранном месте размещения в окне (элемент отображается черным цветом).


Выделение элементов осуществляется щелчком ЛКМ в окне редактора. Выделение группы элементов осуществляется нажатием и обводкой группы элементом ЛКМ. Все элементы можно выделить через меню **Edit\Select All Objects**. Операция сопровождается отображением стрелки белого курсора.

Масштабирование изображения окна осуществляется вращением колесика прокрутки мыши в нужном направлении. Для удобного наблюдения выбранных элементов в рабочем окне используется фокусирующий контур зеленого цвета в окне Редактора схемы (**Schematic Capture**). Им можно выбрать ту часть поля, которая будет отображаться в настоящий момент в центре рабочего окна. Фиксация окна выполняется нажатием ЛКМ.

Перемещение элемента на экране осуществляется нажатием и перемещением элемента ЛКМ. Если выделить контуром группу элементов, то перемещение будет осуществляться всей группы. Это же можно выполнить нажатием кнопки панели инструментов Переместить блок (**Block Move**) , а также выбрав команду из контекстного меню, вызвав его ПКМ.


Вращение выделенного элемента или группы элементов выполняется нажатием кнопки панели инструментов Вращать блок (**Block Rotate**) , или выбрав соответствующую команду из контекстного меню, вызываемого ПКМ.

Копирование элементов на экране выполняется кнопкой панели инструментов Копировать блок (**Block Copy**) , или, выбрав соответствующую команду из контекстного меню, вызываемого ПКМ.

Удаление элементов или группы элементов с экрана выполняется кнопкой панели инструментов Удалить блок (**Block Delete**) , или, выбрав соответствующую команду из контекстного меню, вызываемого ПКМ. Кроме того, это можно сделать клавишей **Delete**.

Связи создаются на схеме при наличии курсора в виде карандаша путем щелчка ЛКМ на розовом квадратном маркере, который появляется в местах, доступных для соединения. Линия протягивается от начала до следующей точки соединения. Линия может фиксироваться в местах искривления нажатием ЛКМ в процессе прокладки. Удаление связи предполагает выделе-

ние ее ПКМ и выбор в контекстном меню команды Удалить проводник (*Delete Wire*). Альтернативой может быть двойное нажатие ПКМ.

Надписи на схеме можно выполнить с помощью кнопки Текстовый режим *Text Script Mode* . Это значительно повышает читабельность схемы.

Настройка свойств компонентов схемы

Напряжение питания схемы выбирается в окне Конфигурации шин, перейдя по *Design\Configure Power Rails*. В открывшемся окне конфигурации (рис.3.6) устанавливается тип источника *VCC/VDD* и величина питающего

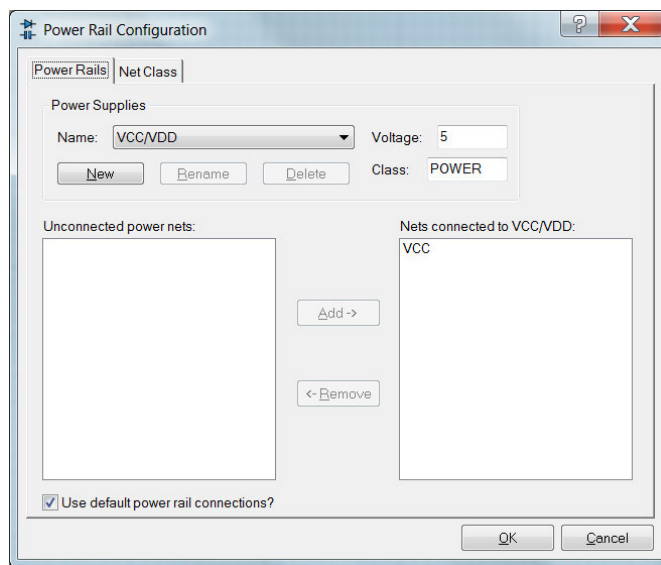


Рис.3.6. Окно конфигурации шин питания

элемента через *Edit\Find/Edit Component*).

напряжения. Эти параметры допустимо изменять при выключенном режиме моделирования.

Параметры элементов схемы редактируются в окне редактирования в объеме свойств, характерных для конкретного элемента. Окно свойств выводится при нажатии ПКМ и выборе команды *Edit Properties* или двойным щелчком ЛКМ. В это же окно можно переместиться, задав позиционное обозначение

Программирование микроконтроллера в Proteus возможно как созданием исходного текста программы с последующей компиляцией (в демоверсии эта опция недоступна), так и загрузкой уже откомпилированного файла. Для загрузки файла необходимо в окне редактирования свойств микроконтроллера *Edit Component* прописать путь к выбираемому файлу (рис.3.7). Делается это в поле Программного файла *Program File*. Выбрать можно объектный файл (расширение *.obj*) или hex-файл (расширение *.hex*). Отличие заключается в том, что в режиме отладки при загрузке файла с расширением *.obj* в окне исходного кода можно наблюдать исходный текст программы (*Debug\AVR\Source Code*).

В поле *Program File* нужно указать форматы:

.cof - если вы хотите вести отладку по исходному тексту программы на языке Си в компиляторе CodeVisionAVR - CVAVR;

.elf - если вы хотите вести отладку по исходному тексту на языке Си программы компилятора WinAVR - это отличный компилятор, БЕСПЛАТНЫЙ и профессиональный, но новичкам немного затруднительно его использовать;

UBROF - формат файла если вы хотите вести отладку по исходнику на языке Си программы, созданной в компиляторе IAR - это самый лучший компилятор для AVR, но новичкам ОЧЕНЬ затруднительно его использовать.

В окне редактирования свойств можно изменить все остальные свойства микроконтроллера, в том числе установки фьюз-битов.

После выполнения всех процедур формирования схемы внешний вид рабочего окна должен быть подобным тому, который представлен на рис.3.8.

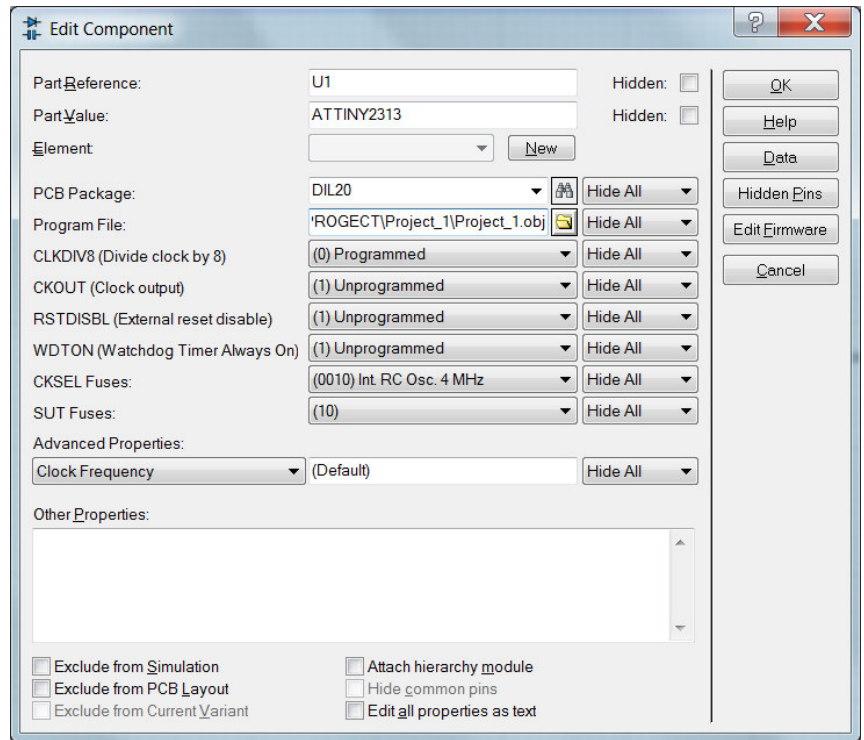


Рис.3.7. Окно свойств микроконтроллера

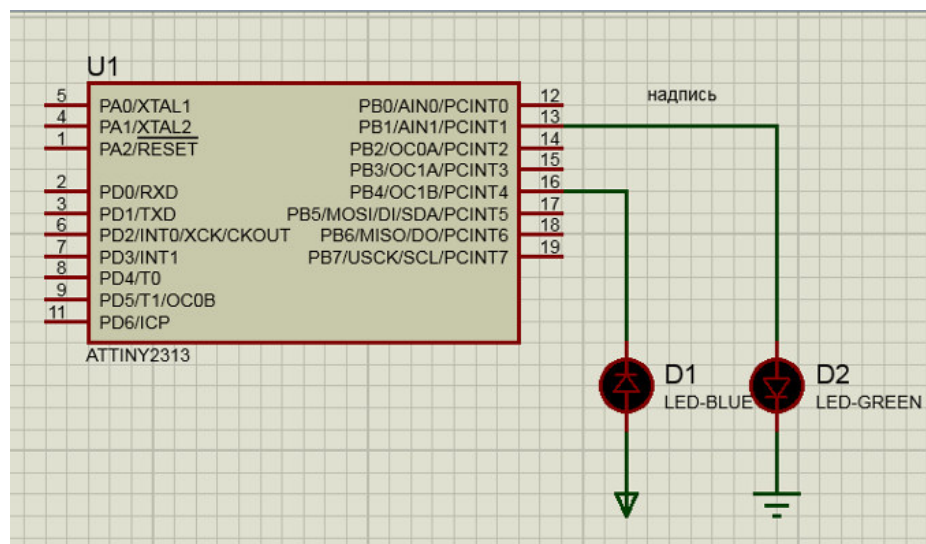


Рис.3.8. Схема соединения микроконтроллера

В отчете представить:

1. Состав параметров моделируемых элементов: микроконтроллера, вольтметра, резистора, светодиода, терминаторов;

2. Способы доступа к окну свойств компонент. Выполняемые технологические последовательности можно показать графически в виде схемы операций, как это сделано на рис.3.9.

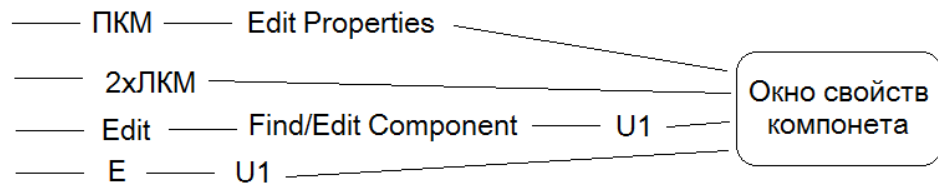


Рис.3.9. Схема операций для доступа в окно
Редактирование свойств компонента

Задание 3.3. Моделирование схемы и отладка

Практические задачи:

1. Запустить схему на моделирование и оценить правильность ее поведения;
2. Осуществить пошаговое выполнение программы. Реализовать все варианты режима отладки.
3. Подключить светодиоды ко всем выходам порта. Дополнить программу так, чтобы в пошаговом режиме было видно упорядоченное движение светящихся светодиодов.

Моделирование электронных схем

Моделирование осуществляется под управлением кнопок управления моделированием (рис.3.10). Последовательно на рисунке слева направо размещены:



Рис.3.10. Кнопки управления моделированием

- запуск (продолжение) моделирования или симуляции (**Run Simulation**) *F12*;
- пошаговое моделирование (**Step Into Source Line**) *F11*. Обычно, одному шагу соответствует одна команда ассемблера;
- пауза симуляции (**Pause**);
- остановка симуляции (**Stop VSM**

Debugging) *Esc*.

Аналогичные режимы можно инициировать, выполнив переход из меню **Debug**.

В процессе моделирования выводы элементов подсвечиваются квадратами разных цветов:

- красный - логическая "1" (высокий потенциал);
- синий - логический "0" (низкий потенциал);

- серый – не определено (высоко-импедансное или Z- состояние);

- желтый - конфликт на линии. Например, на заземленный проводник осуществляется попытка подать +5v.

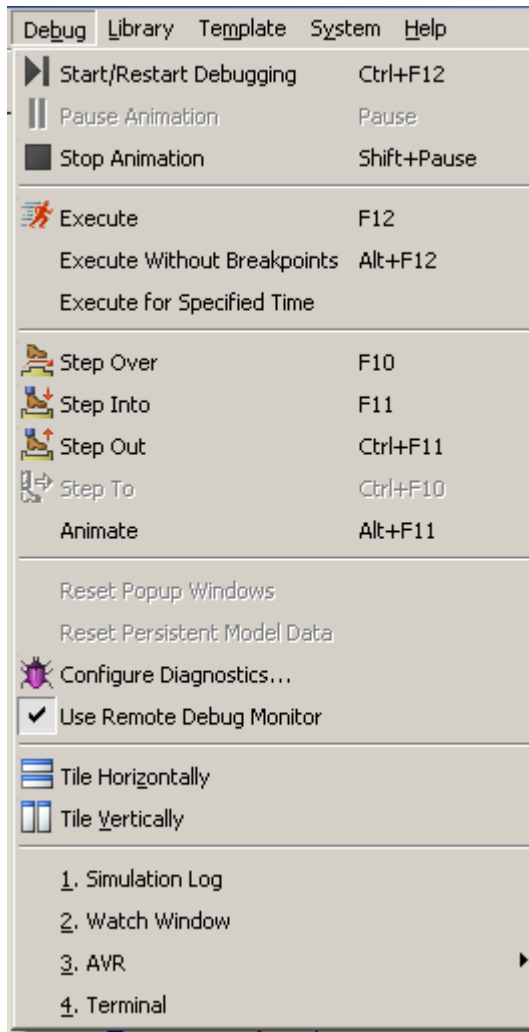


Рис.3.11. Меню Отладчика

Но точка при этом становится неактивной и не останавливает процесс симуляции. Для полного удаления точки необходимо нажать ее еще раз. Аналогичные и другие действия с точками можно инициировать из контекстного меню, вызываемого на выбранной точке.

Контроль состояния микроконтроллера осуществим в режиме отладки. При этом из меню **Debug\AVR** можно получить доступ к следующим окнам отладчика (рис.3.12):

- Окно просмотра (**Watch Window**). В этом окне (рис.3.13) можно размещать имена регистров МКК или адреса памяти и отслеживать их содержимое по ходу программы. Для добавления объекта необходимо в контекстном меню (выбирается ПКМ) выбрать либо объект (**Add Item**

Пошаговая отладка осуществляется из меню **Debug** (рис.3.11). В этом режиме каждый новый запуск (**F11**) приводит к выполнению только одной команды программы. Отклонения от этого правила возможны:

- **Step Over Source Line (F10)** - позволяет выполнить подпрограммы без пошагового режима. Вариант при отладке допустим при наличии проверенных и отлаженных подпрограмм;

- **Step Out from Source Line (Ctrl+F11)** - позволяет быстро закончить выполнение подпрограммы (выйти из нее) без пошагового режима.

Точки останова позволяют остановить процесс симуляции на выбранной команде. Для установки точки следует два раза щелкнуть ЛКМ на выбранном операторе (строке) программы. Должна появиться закрашенная точка. Удаление точки выполняется таким же двойным нажатием.

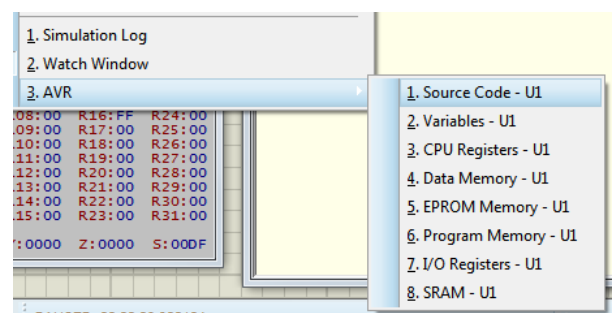
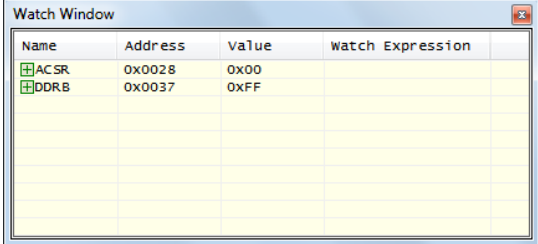


Рис.3.12. Список окон отладчика

By Name) **Alt+N** либо адрес памяти (*Add Item By Address*) **Alt+A**. При выборе по имени выпадает весь список возможных имен. С помощью квадратика при имени уже внесенного в окно регистра можно развернуть регистр на группы функционально связанных битов.



Name	Address	Value	Watch Expression
ACSR	0x0028	0x00	
DDRB	0x0037	0xFF	

Рис.3.13. Окно просмотра

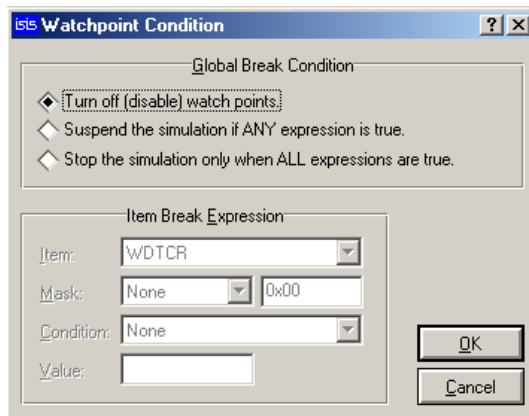


Рис.3.14. Окно параметров точки останова

В окне можно не только наблюдать переменные, но и задавать некоторые условия и действия при достижении этих условий - например, остановить симуляцию. По сути это точки останова. Для этого в контекстном меню выбирается окно Состояние контрольной точки (*WatchpointCondition*). В окне (рис.3.14) можно отключить контроль заданного условия, остановить симуляцию при выполнении одного из условий или при выполнении всех условий;

- Исходный код микроконтроллера (*Source Code*). Это окно (рис.3.15) доступно только при загрузке готового файла контроллера с расширением *.obj* или при создании файла в среде Proteus. При наличии этого окна на экране очередной шаг процессора будет изменять положение курсора в окне. Курсор будет указывать на выполняемую сейчас команду;

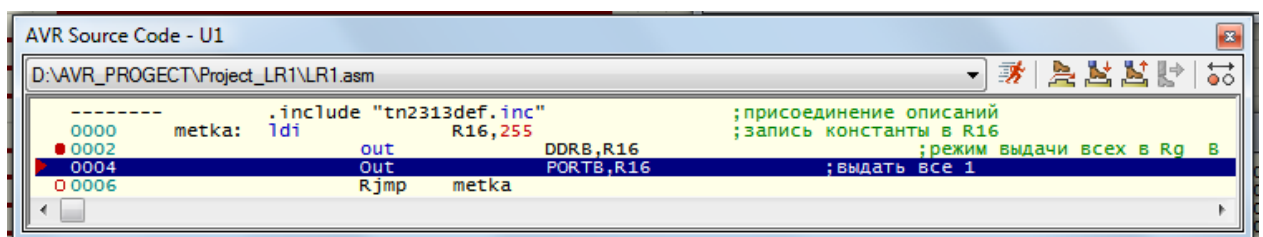


Рис.3.15. Окно исходного текста программы

- Переменные (*Variable*). Окно позволяет отследить список имен переменных, заявленных в программе, контролировать всю динамику изменения их значений (*Value*);

- Регистры процессора (**CPU Registers**). Это окно (рис.3.16) показывает содержание РОН (**R0-R31**), счетчика команд (**PC**), шестнадцатеричный и двоичный код регистра статуса (флагов) **SREG**, также количество выполненных циклов (**Cycle Count**), значения индексных регистров X, Y, Z;

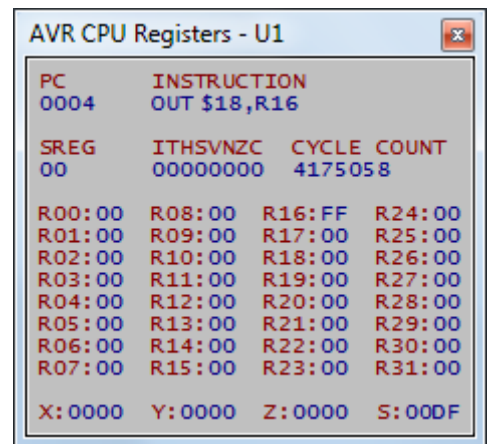


Рис.3.16. Окно регистров процессора

- Память данных (**Data Memory** или **AVR Sram**). В этом окне (рис.3.17) отображается содержимое ОЗУ;

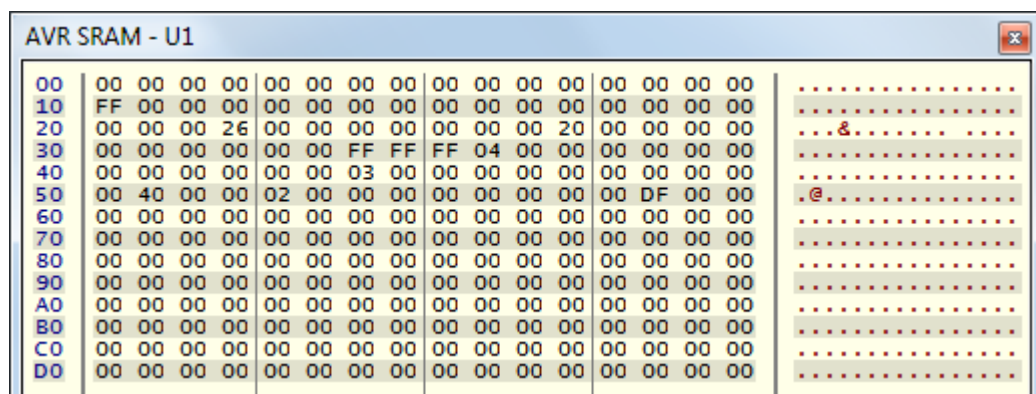


Рис.3.17. Окно Память данных

- Постоянная память данных (**EPROM Memory**);
 - Память программ (**Program Memory**);
 - Регистры ввода-вывода (**AVR I/O Registers**). В окне (рис.3.18) отображаются регистры ввода-вывода, управляющие внешними устройствами контроллера.

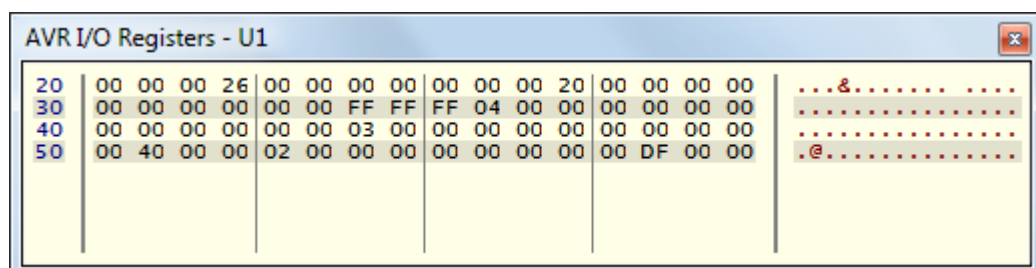


Рис.3.18. Окно регистров ПВВ

В отчете представить:

1. Доработанную программу МКК;
2. Допустимые способы изменения исходного текста программы МКК.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие режимы работы Proteus существуют?
2. Какие параметры проекта выбираются при старте системы?
3. Как осуществляется выбор компонентов для набора схемы?
4. Назовите приемы редактирования элементов схемы.
5. Как изменить свойства компонентов схемы?
6. Для чего используется цифровой и аналоговый режимы работы светодиодов? Чем они отличаются?
7. Какие объекты можно наблюдать в режиме отладчика?
8. Как изменить программный код отлаживаемой программы?
9. С какой целью используют точки останова? Как точку поставить и удалить? Как удалить временно?
10. Назовите режимы работы отладчика?
11. Как можно изменить исходный текст программы в Proteus?
12. Чем отличается среда отладки Proteus от AVR Studio?
13. Найдите значение регистра данных порта В в окне регистров ввода-вывода и Окне ОЗУ. Сравните значение данных.
14. Измерьте напряжение на выводах микроконтроллера в состоянии логического нуля и единицы.