Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

*«Компьютерная и микропроцессорная техника в исследовании и управлении электроприводами»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

*13.03.02 Электроэнергетика и электротехника*

(код и наименование направления подготовки)

*Электромеханика*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Год набора 2023

Методические указания предназначены для самостоятельного изучения разделов и тем дисциплины «Компьютерная и микропроцессорная техника в исследовании и управлении электроприводами» для обучающихся направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (профиля) «Электропривод и автоматика»

Составитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Э.Л. Греков

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

И.о.заведующего кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.С. Безгин

Методические указания являются приложением к рабочей программе по дисциплине «Компьютерная и микропроцессорная техника в исследовании и управлении электроприводами», зарегистрированной в ЦИТ под учетным номером \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

**1 Цели и задачи освоения дисциплины**

**Цель** освоения дисциплины: овладение базовыми знаниями о микропроцессорной технике и ее применении в системах управления электроприводами.

**Задачи:**

- изучить основы компьютерной техники, получить базовые представления об архитектуре и о применении микропроцессорных систем для решения задач в области автоматизированного электропривода;

- изучить принципы организации и функционирования микропроцессорных комплектов в различных режимах;

- изучить архитектуру и принципы программирования, системы команд микропроцессоров;

- научить применять средства моделирования и отладки микропроцессорных систем для разработки программного обеспечения;

- научить выбирать, обосновывая свой выбор, отдельные устройства микропроцессорной системы с учетом технических требований проекта.

**2 Требования к результатам обучения по дисциплине**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Формируемые компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций | Виды оценочных средств/  шифр раздела в данном документе |
| --- | --- | --- | --- |
| **ПК\*-6:**  Способен участвовать в проектировании систем автоматизации технологического процесса | ПК\*-6-В-1 Демонстрирует понимание принципов работы, архитектуру и структуру микроконтроллеров, программируемых логических контроллеров (ПЛК) и модулей ввода/вывода, знает их основные характеристики  ПК\*-6-В-3 Применяет специализированные программные средства для разработки управляющих программ микроконтроллеров и ПЛК  ПК\*-6-В-4 Составляет схемы электрические принципиальные подключений устройств аналогового, дискретного и цифрового ввода/вывода для систем автоматизации технологическим процессом и управления электроприводами  ПК\*-6-В-5 Составляет алгоритмы, блок-схемы и циклограммы работы автоматизированных систем управления технологическим процессом | **Знать:**  - задачи микропроцессорного управления электроприводами;  - структуру программного обеспечения микроконтроллеров;  - структуру микропроцессоров и микроконтроллеров;  - системы команд микропроцессоров и микроконтроллеров.  - принципы программного управления;  - назначение основных компонентов и периферийных устройств микропроцессоров и микроконтроллеров;  - состав микропроцессорных комплектов;  - структуру микропроцессорной системы управления. | **Блок A –** задания репродуктивного уровня  Устное индивидуальное собеседование. Тестирование. |
| **Уметь:**  - разрабатывать программы для выполнения конкретных операций технологического процесса управления электродвигателей;  - настраивать периферийные устройства микроконтроллеров;  - составлять алгоритмы работы основных частей системы управления регулируемым электроприводом постоянного тока;  - составлять схемы электрические принципиальные устройств ввода/вывода на основе технического задания. | **Блок B –** задания реконструктивного уровня  Выполнение практических задач и лабораторных работ. |
| **Владеть:**  - навыками составления блоксхем работы программного обеспечения; - навыками подключения аналоговых, дискретных и цифровых сигналов к микропроцессорным системам управления;  - навыками программирования микроконтроллерных систем управления электроприводов. | **Блок C –** задания практико-ориентированного и/или исследовательского уровня  Выполнение курсового проекта. |

**3 Содержание разделов дисциплины**

**Раздел 1 Основы компьютерной техники**

1.1 Общая характеристика и история ее развития.

1.2 Архитектура и структура компьютеров и микроконтроллеров.

1.3 Принцип программного управления.

1.4 Основные характеристики компьютеров и микроконтроллеров.

1.6 Память компьютеров. Арифметико-логические устройства и устройства управления.

**Раздел 2 Компьютерное и микропроцессорное управление электроприводами.**

2.1 Задачи микропроцессорного управления электроприводами. Основные преимущества микропроцессорного управления электроприводами.

2.2 Структурная организация микропроцессорных систем управления (МПСУ).

2.3 Основные понятия и определения (процессор, память, устройства ввода-вывода, программа, команда, операнд, регистры, счетчик команд и его фазы, шины адреса, данных и управления).

2.4 Схемотехника подключения однополярных и разнополярных аналоговых сигналов к МПСУ. Гальваническая развязка. Технические параметры компонентов.

2.5 Схемотехника подключения дискретных сигналов к МПСУ. Гальваническая развязка. Технические параметры компонентов.

2.6 Схемотехника дискретного управления мощными нагрузками. Формирование и передача импульсов управления силовыми полупроводниковыми приборами. Технические параметры компонентов.

2.7 Построение МПСУ реверсивным электроприводом постоянного тока на базе тиристорного преобразователя. Составление технического задания.

**Раздел 3 Микроконтроллеры Microchip в управлении электроприводами**

4.1 Структура микроконтроллера PIC18F4520. Периферийные устройства.

4.2 Организация памяти микроконтроллера PIC18

4.3 Система команд PIC18

4.4 Программное обеспечение Microchip IDE. Организация проекта и структура программного обеспечения. Симуляция выполнения программы.

4.5 Настройка периферийных устройств АЦП, портов ввода-вывода, ШИМ, таймеров, системы прерываний. Организация циклов.

4.6 Алгоритм работы СИФУ, логического переключающего устройства.

**4.1 Лабораторные работы**

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ |
| --- | --- | --- |
| 1 | 3.4, 3.3 | Создание проекта в Microchip IDE. Организация и структура программного обеспечения |
| 2,3 | 3.5, 3.3 | Настройка периферийных устройств PIC18F4520 |
| 4,5,6 | 3.3, 3.4, 3.5 | Разработка программ ввода вывода дискретной информации, подключения АЦП, обработчиков прерываний, синхронизации отдельных подпрограмм. |
| 7, 8 | 3.6 | Разработка программ СИФУ и логического переключающего устройства. |
|  |  | Итого: |

**4.2 Практические занятия (семинары)**

| № занятия | № раздела | Тема |
| --- | --- | --- |
| 1, 2 | 2.4 | Схемотехника подключения аналоговых сигналов к МПСУ |
| 3 | 2.5 | Схемотехника подключения дискретных сигналов к МПСУ |
| 4, 5, 6 | 2.7 | Разработка схемы электрической принципиальной МПСУ электропривода постоянного тока |
| 7, 8 | 2.5 | Разработка логического контроллера для управления релейно-контакторной системой ЭП |
|  |  | Итого: |

**5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

**5.1 Основная литература**

1. Гуров В. В. Микропроцессорные системы: учебник [Электронный ресурс] / Гуров В. В. - НИЦ ИНФРА-М, 2016. Режим доступа <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=462986>

2. Булатов, В. Н. Микропроцессорная техника. Схемотехника и программирование [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника / В. Н. Булатов, О. В. Худорожков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 14.44 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2016. - 376 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 Режим доступа: <http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/10219_20160505.pdf> - ISBN 978-5-7410-1443-1.

3. Булатов, В.Н. Основы микропроцессорной техники: учеб. пособие / В. Н. Булатов. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. - 268 с.

**5.2 Дополнительная литература**

1. Пухальский, Г. И. Проектирование микропроцессорных систем [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г. И. Пухальский. - CПб. : Политехника, 2001. - 544 с. : ил. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр.: с. 541-542. - ISBN 5-7325-0557-1.

2. Новиков, Ю.В. Основы микропроцессорной техники [Текст] : курс лекций / Ю. В. Новиков, П. К. Скоробогатов. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий, 2003. - 440 с. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 431-432. - ISBN 5-9556-0004-3.

3. Яценков, В.С. Микроконтроллеры MicroCHIP [Текст] : практ. рук. / В. С. Яценков.- 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2008. - 280 с. : ил. - (Современная электроника). - Загл. обл.: Схемы, примеры программ, описания, ресурсы INTERNET - ISBN 5-93517-203-8.

**5.3 Периодические издания**

5.3.1 Информационно-измерительные и управляющие системы : журнал. - М. : Агентство "Роспечать”.

5.3.2 Радиотехника и электроника : журнал. - М. : Академиздатцентр " Наука" РАН.

5.3.3 Электроника: наука, технология, бизнес : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".

5.3.4 Электротехника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".

**5.4 Интернет-ресурсы**

Интернет-ресурсы

<http://www.microchip.com> – оф. сайт фирмы производителя Microchip

<http://radio-stv.ru> – подборка радиолюбительских статей, схем и программ.

<http://www.fanatnauki.ru> - видеоуроки по техническим дисциплинам.

<https://openedu.ru/course/spbstu/CUMICR/> - Курс «Цифровые устройства и микропроцессоры». ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

<http://www.microchip.ru/files/d-sheets-rus/PIC18FXX2_manual.pdf> - документация по микроконтроллеру PIC18F452 на русском языке.

<http://au.kai.ru/documents/Blagov_MUSU_posobie_2013.pdf> - Благов А.Е., Маханько А.А. Микропроцессорные устройства систем управления. Учебное пособие./ Издание 2-ое переработанное и дополненное-Казань.: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2013. –150стр.: ил.

<http://kaf403.rloc.ru/CSMP/Emulator580.pdf> - Эмулятор микропроцессорной системы на базе микропроцессора КР580ВМ80А (Intel 8080) Пенкин Ю.И., Улыбышев Д.А.

**5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

1. Операционная система Microsoft Windows

2. Open Office/LibreOffice - cвободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

3. Adobe Reader - Бесплатное средство просмотра файлов PDF. Бесплатно после принятия лицензионного соглашения на ПО Adobe

4. Mplab IDE v8.92 - Интегрированная среда разработки 8- и 32-битных микроконтроллеров. Доступна бесплатно после регистрации. <https://www.microchip.com/development-tools/pic-and-dspic-downloads-archive>

**6 Рекомендации к изучению дисциплины**

**6.1 Общие рекомендации**

**При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:**

1. Освоение учебной дисциплины должно вестись систематически.

2. После изучения какого-либо раздела рекомендуется осмыслить основные определения и понятия, соотнести теоретический материал с темой научного исследования.

3. Практические и лабораторные занятия предназначены для выработки навыков применения теоретического материала при выполнении научно-исследовательских работ.

4. К выполнению практических заданий следует приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

5. Самостоятельная работа направлена на выполнение практических заданий, курсового проекта и подготовки к защите лабораторных работ.

**Для изучения данной дисциплины необходимо повторить материал следующих дисциплин, изучаемых ранее:**

- Теория электропривода, регулирование координат в электроприводе (раздел регулирование скорости вращения двигателя постоянного тока);

- Электроника, силовая электроника (разделы: характеристики и схемы включения диодов, тиристоров, транзисторов, управляемые и неуправляемые выпрямители);

- Элементы систем автоматики (логические элементы, составление логических выражений, датчики тока, напряжения, скорости вращения).

**6.2 Использование рекомендованной литературы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ раздела/**  **занятия** | **Наименование раздела** | **Осн.**  **лит-ра** | **Доп.**  **лит-ра** |
| 1 | Основы компьютерной техники | 1 | 1, 2, \*2 |
| 2 | Компьютерное и микропроцессорное управление электроприводами | 1 | 1, 2, 3 |
| 3 | Микроконтроллеры Microchip в управлении электроприводами |  | 4, \*1 |
| ПЗ 1-3 | Схемотехника подключения аналоговых и дискретных сигналов к МПСУ | 1 | 1, 2 |
| ПЗ 4-6 | Разработка схемы электрической принципиальной МПСУ электропривода постоянного тока | 1 |  |
| ЛБ 7-8 | Работа с PIC18F452 |  | \*1 |
| \*1 - <http://www.microchip.ru/files/d-sheets-rus/PIC18FXX2_manual.pdf> - документация по микроконтроллеру PIC18F452 на русском языке.  \*2 -<http://au.kai.ru/documents/Blagov_MUSU_posobie_2013.pdf> - Благов А.Е., Маханько А.А. Микропроцессорные устройства систем управления. Учебное пособие./ Издание 2-ое переработанное и дополненное-Казань.: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2013. –150стр.: ил.  \*3 - <http://kaf403.rloc.ru/CSMP/Emulator580.pdf> - Эмулятор микропроцессорной системы на базе микропроцессора КР580ВМ80А (Intel 8080) Пенкин Ю.И., Улыбышев Д.А. | | | |

**6.3 Типовые задания по дисциплине**

**6.3.1 Тестирование**

Для проверки необходимых теоретических знаний по данной дисциплине преподаватель назначает тестирование. Варианты формируют из 15 конкретных ТЗ, общее время тестирования – 30 минут. Обучающийся должен иметь возможность пропускать ТЗ и возвращаться к ним снова по ходу тестирования. Тестирование проводится по следующим модулям дисциплины:

- Основы компьютерной техники (45 тестов);

- Компьютерное и микропроцессорное управление электроприводами (29 тестов);

- Микроконтроллеры Microchip в управлении электроприводами (54 теста).

**Примерные тестовые вопросы:**

**Раздел 1 Основы компьютерной техники**

**1. Назовите все составные части микропроцессорных комплектов (МПК).**

A) БИС МП; БИС ОЗУ; БИС ПЗУ; БИС интерфейсов или контроллеров внешних устройств; служебные БИС;

B) тактовый генератор, регистры, шинные формирователи, контроллеры шин, арбитры шин;

C) мультимедийные, медийные, следящие;

D) кэш, СОЗУ, регистровая память, ОЗУ, контроллер прерываний, интерфейсы ввода/вывода, УВВ;

E) Однокристальный микроконтроллер, память, АЛУ, сопроцессор.

**2. Назовите функцию оператора «&&»**

A) поразрядное ИЛИ;

B) поразрядное НЕ;

C) логическое И;

D) поразрядное исключающее ИЛИ;

E) логическое ИЛИ.

**3. В однокристальной микро-ЭВМ для обмена с внешними устройствами не используется:**

A) устройство прерывания;

B) Порт 0;

C) Порт 1;

D) Порт 2;

E) Порт 0 и Порт 1.

**Раздел 2 Компьютерное и микропроцессорное управление электроприводами**

**1. Что определяет содержимое счетчика команд?**

A) это регистр, который хранит адрес последней занятой ячейки стека;

B) предназначен для хранения адреса ячейки памяти, которая содержит код следующей команды;

C) хранит код команды на протяжении всего времени выполнения команды;

D) предназначен для хранения адресов и данных, используемых во время выполнения текущей команды в МП;

E) предназначен для хранения информации о результате операции в АЛУ.

**3. Датчики в САУ требуются для:**

1) контроля текущих параметров объекта управления;

2) преобразования текущих значений контролируемых величин в форму, пригодную для работы элемента сравнения;

3) для усиления сигнала;

4) контроля текущих параметров объекта управления и преобразования их в фор-му, пригодную для дальнейшей передачи.

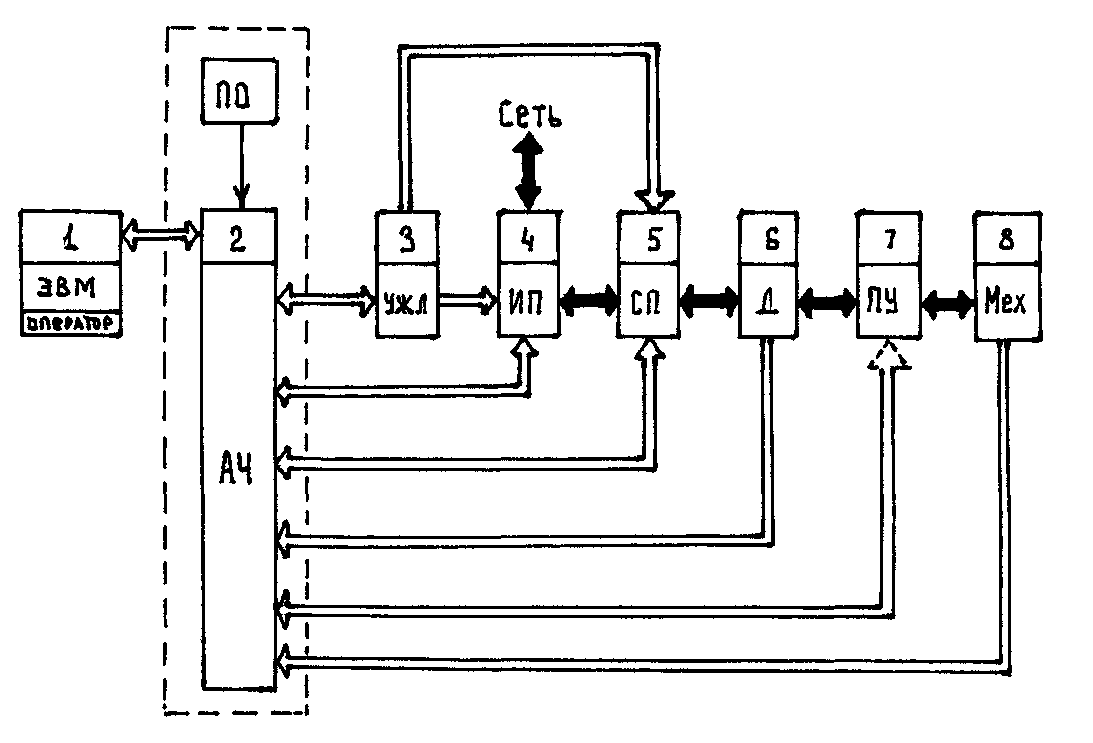


Рисунок 1- Обобщенная функциональная схема микропроцессорного управления электроприводом

**3. Устройство жесткой логики (УЖЛ), входящее в микропроцессорное устройство, выполняет следующие функции (рисунок 1):**

А) обеспечивает продолжение работы электропривода при выводе из работы АЧ и ПО, выполняет некоторые функции управления электроприводом;

В) обеспечивает экстренное торможение и останов электропривода, а также взаимодествие со статическим преобразователем СП;

С) предотвращает жесткий пуск двигателя Д;

D) обеспечивает взаимодействие с ЭВМ верхнего уровня.

**Раздел 3 Микроконтроллеры Microchip в управлении электроприводами**

**1. Аккумулятор содержит число 0х0F. Чему равно его содержимое после выполнения команды, если ТМР=0Fh?**

addwf TMP,f

A)0Fh;

B)1Eh;

C).0;

D)FFh;

E).256.

**2. При сбросе микроконтроллера PIC 18F452:**

A) в счётчик команд загружается адрес 00h;

B) в счётчик команд загружается адрес 04h;

C) в счётчик команд загружается адрес 10h;

D) выбирается адрес, определяемый вектором прерывания устройства;

E) в счётчик команд загружается начальный адрес прикладной программы.

**3. Направление ввода/вывода портов в микроконтроллере PIC 18F452 настраивает-ся в регистре:**

A) PCON;

B) INTCON;

C) OPTION\_REG;

D) STATUS;

E) TRISx.

**6.3.2 Вопросы при защите отчетов по ЛР и ПЗ**

**Вопросы и задания на практических занятиях**

**Раздел 2 Компьютерное и микропроцессорное управление электроприводами**

1. Изучение схемотехнических решений подключения аналоговых сигналов к МПСУ. Имитационное моделирование. Варианты:

- однополярный аналоговый сигнал 0-15В с фильтром;

- однополярный аналоговый сигнал 0-75мВ с усилителем;

- двухполярный сигнал -10 – 0 - +10 В;

- подключение терморезистора.

2. Изучение схемотехнических решений подключения дискретных сигналов к МПСУ. Имитационное моделирование. Варианты:

- дискретный входной сигнал «сухой контакт»;

- дискретный входной сигнал 110 В с гальванической оптической развязкой;

- дискретный входной сигнал 0-24 В с гальванической развязкой на электромеханическом реле;

- входная цепь синхронизации СУ с питающей сетью;

- выходная цепь формирования управляющего импульса с помощью трансформатора;

- выходная цепь с ОК на 24 В, 1А;

- выходная цепь на электромеханическом реле 230В В, 5А;;

- выходная цепь на твердотельном реле 380 В, 5 А.

**Раздел 3 Микроконтроллеры Microchip в управлении электроприводами**

1. Дайте пояснение и назовите технические характеристики функциональных блоков структуры системы управления приводом постоянного тока (СУЭППТ) на базе микроконтроллера PIC18F452.

2. Обоснуйте выбор выводов микроконтроллера PIC18F452 для подключения аналоговых сигналов в СУЭППТ.

3. Зачем необходима гальваническая развязка некоторых сигналов в СУЭППТ?

4. Изобразите графики основных сигналов СУЭППТ.

**Вопросы на лабораторных занятиях**

**Раздел 3 Микроконтроллеры Microchip в управлении электроприводами**

1. Начало работы с MPLAB IDE. Определение переменных, меток программы. Создание нового проекта. Выбор процессора, битов конфигурации, программатора. Настройка вида программы. Создание файлов «main», «init». Организация структуры init.

2. Организация векторов «reset», прерываний высокого и низкого приоритетов. Организация пользовательских констант и переменных. Синтаксис двоичного, шестнадцатеричного, десятичного представления констант (на примере команды присвоения константы).

3. Начало программы. Вызов п/п инициализации. Инициализация портов ввода/вывода. Назначение регистров LAT, PORT, TRIS. Запись в порт вывода. Запись в микроконтроллер.

4. Инициализация таймера. Назначение битов в регистре конфигурации таймера. Включение системы прерываний. Симуляция программы.

5. Организация п/п обработки прерывания таймера. Расчет и установка первоначального значения таймера. Контроль периода прерывания таймера (светодиод). Запись в микроконтроллер.

6. Синхронизация цикла выполнения основной программы с прерыванием таймера. Симуляция программы.

7. Организация программных таймеров/счетчиков (двухбайтных). Настройка периода мигания светодиода = 1 секунда. Запись в микроконтроллер.

8. Организация программных циклов. Обнуление массива ОЗУ.

9. Организация бегущего огня. Настройка и изменение скорости переключения светодиодов. Симуляция программы.

10. Организация двойного бегущего огня с разной скоростью переключения. Запись в микроконтроллер.

11. Последовательный вывод двоичного кода 0-255 на светодиоды. Настройка и изменение скорости переключения кода. Запись в микроконтроллер.

12. Вывод столбца светодиодов с постепенно увеличивающейся высотой. Запись в микроконтроллер.

13. Организация счетчика градусов. Контроль максимального значения. Контроль периода изменения счетчика градусов с помощью светодиода. Запись в микроконтроллер.

14. Определение кода управления тиристорами. Вывод кода на светодиоды. Запись в микроконтроллер.

15. Ограничение кода управления тиристорами диапазоном 0-5. Симуляция программы.

16. Определение положения импульсов по коду управления. Симуляция программы.

17. Одновременный вывод импульсов управления 0-5 светодиод и контроля периода изменения счетчика градусов (7 светодиод).

18. Установка начальных значений переменных программы. Симулирование выполнения программы.

19. Организация циклов. Одиночные циклы. Вложенные циклы. Симулирование выполнения программы.

20. Выполнение логических и арифметических команд (сложение, вычитание, побитовые лог. И, ИЛИ, иск. ИЛИ). Симулирование выполнения программы.

21. Реализация алгоритма СИФУ в MPLAB IDE. Симулирование выполнения программы.

22. Реализация ЛПУ в MPLAB IDE. Симулирование выполнения программы.

**6.3.3 Вопросы для собеседования**

Собеседование с обучающимся проводится в устной форме после подготовки (не более 15 минут) при защитах типовой задачи и лабораторных работ.

**Раздел 1 Основы компьютерной техники**

1. Сделайте обзор архитектуры и структуры компьютеров.

2. Назовите и объясните принцип программного управления.

3. Перечислите основные характеристики компьютеров.

4. Перечислите и дайте характеристики поколениям компьютеров.

5. Объясните назначение и принцип работы арифметико-логические устройства и устройства управления компьютера.

6. Приведите классификацию полупроводниковых запоминающих устройств микропроцессорных систем.

7. Сделайте анализ структуры статического ОЗУ с произвольной выборкой.

8. Сделайте обзор представления чисел в двоичной, восьмеричной, десятичной и шестнадцатеричной системах счисления.

9. Перевод чисел из одной системы счисления в другую систему счисления.

**Раздел 2 Компьютерное и микропроцессорное управление электроприводами**

1. Назовите задачи микропроцессорного управления электроприводами.

2. Назовите основные преимущества микропроцессорного управления электроприводами.

3. Назовите основные элементы функциональной схемы электропривода с микропроцессорным управлением.

4. Объясните понятие "Однокристальные микроконтроллеры", назовите основные узлы однокристальных микроконтроллеров.

5. Объясните понятие программируемого контроллера.

6. Дайте определение АЛУ и счетчика команд.

7. Поясните назначение аккумулятора и регистра признаков микропроцессора.

8. Поясните назначение и работу указателя стека микропроцессора.

9. Объясните структурную организацию микропроцессорных систем (МПС).

10. Объясните понятия и определения: микропроцессор, память, устройства ввода/вывода, команда, операнд, шина данных /адреса, управления/.

11. Какое устройство включается в понятие программируемого контроллера.

12. Приведите схему подключение однополярных аналоговых сигналов.

13. Приведите схему подключения двухполярных аналоговых сигналов.

14. Что такое «гальваническая развязка»? Зачем она нужна?

15. Как измеряется ток в МСУ?

16. Как измеряется напряжение в МСУ?

17. Как измеряется температура, давление в МСУ?

18. Как подключить мощную нагрузку к микроконтроллеру?

19. Зачем используется обратный диод параллельно индуктивной нагрузки?

20. В каких цепях используется тиристрные твердотельные реле?

21. Как подключаются логические сигналы в МСУ?

22. Что такое «сухой контакт»?

**Раздел 3 Микроконтроллеры Microchip в управлении электроприводами**

1. Представление двухполярных сигналов в коде микроконтроллера. Числа с фиксированной запятой. Арифметические действия.

2. Для чего требуются сигналы с датчиков проводимости?

3. Для чего требуется синхронизация п/п СИФУ с питающей сетью? Принцип организации синхронизации.

4. Изобразите алгоритм работы СИФУ.

5. Алгоритм формирования кода работы ТП. Изобразите на графиках.

6. Изобразите алгоритм работы логического переключающего устройства.

7. Покажите структуру программного обеспечения для построения ЦСУЭП постоянного тока ТП-Д.

8. Какие периферийные устройства обычно входят в состав микроконтроллеров?

9. Для чего служит АЦП?

10. Какие модули периферийных устройств входят в состав PIC18F452?

11. Какие функциональные возможности имеются у таймеров?

12. Для чего используется предделитель таймеров?

13. Для чего необходимо сохранять некоторые регистры при входе в п/п обработки прерывания?

14. Объясните принцип программного таймера?

15. Объясните принцип тактирования выполнения основного цикла программы? Зачем применяется тактирование?

16. Какие арифметические команды использует АЛУ PIC18F452?

17. Какие логические команды использует АЛУ PIC18F452?

18. Какие битовые команды использует АЛУ PIC18F452?

19. Как работают команды сдвига битов?

20. В чем отличие условных от безусловных команд перехода?

21. Объясните принцип использования команд тестирования битов btfss, btsc?

22. В чем отличие команды перехода goto от команды вызова подпрограммы call?

**6.3.4 Курсовой проект**

**Разработать программу на ассемблере для PIC18F4520, которая выполняет следующие функции:**

- реализует релейно-контакторную схему управления по вариантам, где K1 – катушка и собственный дополнительный контакт, S1, S2, S3 – кнопки управления, A1 – сигнал с аналогового компаратора;

- формирует тактовый сигнал по определенной диаграмме, включающий при срабатывании аналогового компаратора.

*Содержание пояснительной записки КП*

1. Задание на КП

2. Структурная схема и характеристики микроконтроллера PIC18F4520 (из документации, плюс краткое описание, назначение периферийных модулей из начала соответствующих разделов документации)

3. Разработка схемы электрической принципиальной систему управления.

3.1 Описание работы.

3.2 Перечень элементов.

3.3 Расчет себестоимости.

4. Разработка алгоритма работы системы управления

4.1 Таблица истинности работы релейно-контакторной схемы

4.2 Структура и алгоритм работы программного обеспечения

4.3 Блок-схема алгоритма работы

5. Разработка программного обеспечения

5.1 Создание нового проекта

5.2 Вектор сброса и вектор прерывания

5.3 Подпрограмма обработки прерывания таймера

5.4 Синхронизация цикла основной программы

5.5 Организация программных таймеров

5.6 Реализация алгоритма релейно-контакторной схемы

6. Симуляция выполнения программы.

*Содержание листа формата А3:*

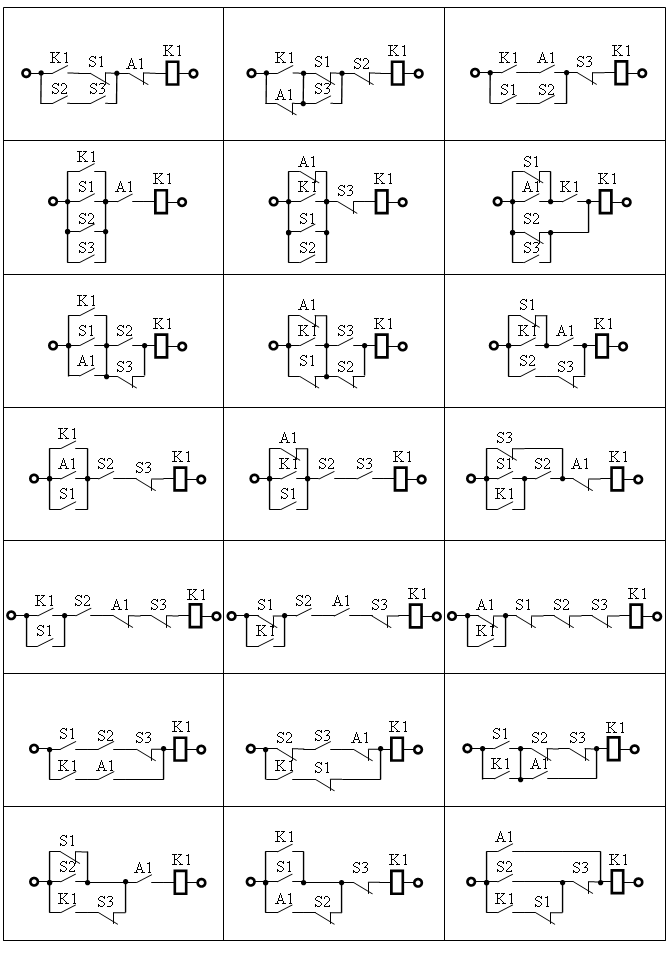
- схема электрическая принципиальная

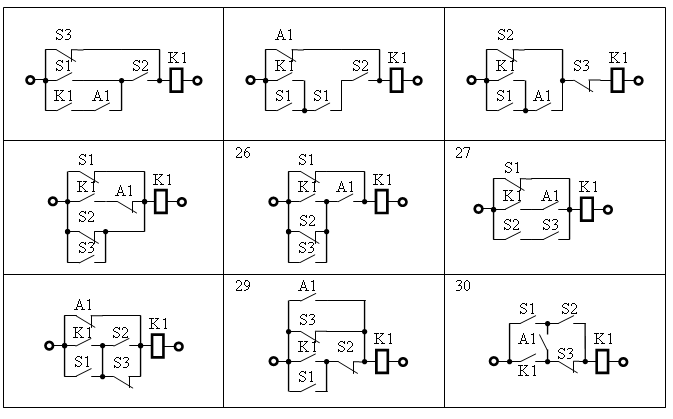
- перечень элементов

- блок схема программного обеспечения блока управления

Варианты

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | Схема | Тип ан. компаратора | Аналоговый вход | Диаграмма тактового сигнала | Выход тактового сигнала | Вывод для катушки K1 | **Вариант** | Схема | Тип ан. компаратора | Аналоговый вход | Диаграмма тактового сигнала | Выход тактового сигнала | Вывод для катушки K1 |
| **1** | 1 | 1 | AN0 | 1 | RD0 | RD7 | **16** | 16 | 4 | AN7 | 2 | RD7 | RD0 |
| **2** | 2 | 2 | AN1 | 2 | RD1 | RD6 | **17** | 17 | 1 | AN0 | 3 | RD0 | RD7 |
| **3** | 3 | 3 | AN2 | 3 | RD2 | RD5 | **18** | 18 | 2 | AN1 | 4 | RD1 | RD6 |
| **4** | 4 | 4 | AN3 | 4 | RD3 | RD4 | **19** | 19 | 3 | AN2 | 5 | RD2 | RD5 |
| **5** | 5 | 1 | AN4 | 5 | RD4 | RD3 | **20** | 20 | 4 | AN3 | 6 | RD3 | RD4 |
| **6** | 6 | 2 | AN5 | 6 | RD5 | RD2 | **21** | 21 | 1 | AN4 | 7 | RD4 | RD3 |
| **7** | 7 | 3 | AN6 | 7 | RD6 | RD1 | **22** | 22 | 2 | AN5 | 1 | RD5 | RD2 |
| **8** | 8 | 4 | AN7 | 1 | RD7 | RD0 | **23** | 23 | 3 | AN6 | 2 | RD6 | RD1 |
| **9** | 9 | 1 | AN0 | 2 | RD0 | RD7 | **24** | 24 | 4 | AN7 | 3 | RD7 | RD0 |
| **10** | 10 | 2 | AN1 | 3 | RD1 | RD6 | **25** | 25 | 1 | AN0 | 4 | RD0 | RD7 |
| **11** | 11 | 3 | AN2 | 4 | RD2 | RD5 | **26** | 26 | 2 | AN1 | 5 | RD1 | RD6 |
| **12** | 12 | 4 | AN3 | 5 | RD3 | RD4 | **27** | 27 | 3 | AN2 | 6 | RD2 | RD5 |
| **13** | 13 | 1 | AN4 | 6 | RD4 | RD3 | **28** | 28 | 4 | AN3 | 7 | RD3 | RD4 |
| **14** | 14 | 2 | AN5 | 7 | RD5 | RD2 | **29** | 29 | 1 | AN4 | 1 | RD4 | RD3 |
| **15** | 15 | 3 | AN6 | 1 | RD6 | RD1 | **30** | 30 | 2 | AN5 | 2 | RD5 | RD2 |



****

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Аналоговый компаратор |
| 1 | Вход < 1/4 о.е. |
| 2 | Вход > 3/4 о.е. |
| 3 | 1/4 о.е. < Вход И Вход < 3/4 о.е. |
| 4 | Вход < 1/4 о.е. ИЛИ Вход > 3/4 о.е. |
| Вход – аналоговый вход микроконтроллера, по вариантам  1 О.е. – максимальное значение аналогового сигнала (5 В) | |

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант | Диаграмма тактового сигнала |
| 1 | 0.5 – 1.0 – 0.7 – 1.5 |
| 2 | 1.0 – 0.5 – 0.5 – 1.0 |
| 3 | 0.5 – 0.5 – 1.0 – 1.0 |
| 4 | 0.7 – 0.8 – 0.3 – 1.0 |
| 5 | 0.4 – 0.6 – 0.8 – 1.0 |
| 6 | 1.0 – 0.8 – 0.6 – 0.4 |
| 7 | 0.6 – 1.0 – 1.5 – 1.1 |
| Светодиод должен гореть циклично по циклу:  Время свечения, сек – время паузы – время свечения – время паузы | |

*Примечание к заданию*

- кнопки подключены к выводам микроконтроллера RB0, RB1, RB2. Логический «0» соответствует нажатию клавиши. В исходном состоянии на входе логический «1». Нормально-замкнутый и нормально-разомкнутый контакты реализуются программно;

- катушку контактора подключить к выводу порта PORTD по вариантам (+ светодиод);

- тактовый импульс формируется на выходе порта PORTD по вариантам (+светодиод);

- аналоговый сигнал формируется потенциометром, подключенному к нулю и +5 источника питания. Опорные сигналы АЦП подключаются на источник питания (конфигурирование);

- к тактовому генератору PIC18 подключен кварцевый резонатор 10 МГц. В битах конфигурации необходимо включить умножение на 4 (40 МГц).

Методические указания к разработке ПО приведены в приложении 1.

**6.3.5 Вопросы к экзамену**

**Раздел 1 Основы компьютерной техники**

1. Общая характеристика и история ее развития компьютерной техники.

2. Архитектура и структура компьютеров.

3. Принцип программного управления.

4. Основные характеристики компьютеров.

6. Арифметико-логические устройства и устройства управления компьютера.

6. Представление чисел в десятичной, двоичной, шестнадцатеричной систем счисления. Понятие разрядность числа. Отрицательные числа.

7. Логические и арифметические команды (сложение, вычитание, побитовые лог. И, ИЛИ, иск. ИЛИ). Эффект переполнения.

8. Основные команды микроконтроллеров.

**Раздел 2. Компьютерное и микропроцессорное управление электроприводами**

1. Задачи микропроцессорного управления электроприводами. Основные преимущества микропроцессорного управления электроприводами.

2. Функциональная схема электропривода с микропроцессорным управлением.

3. Основные типы микропроцессоров, их характеристики. Однокристальные микроконтроллеры, их основные параметры. Понятие программируемого контроллера.

4. Структурная организация микропроцессорных систем (МПС). Основные понятия и определения: микропроцессор, память, устройства ввода/вывода, команда, операнд, шина данных /адреса, управления/.

5. Подключение однополярных и двухполярных аналоговых сигналов к микроконтроллеру.

6. Подключение цифровых сигналов к микроконтроллеру.

7. Гальваническая развязка аналоговых и цифровых сигналов.

8. Подключение мощной нагрузки к микроконтроллеру. Твердотельные реле постоянного и переменного тока.

9. Выходные каналы с общим коллектором, эмиттером и реле.

10. Структура цифровой системы управления электроприводом постоянного тока на базе реверсивного тиристорного преобразователя.

**Раздел 3. Микроконтроллеры Microchip в управлении электроприводами**

1. Структура микроконтроллера PIC18F452(0). Назначение основных узлов. Основные характеристики.

2. Система команд процессора PIC18F452(0). Команды пересылки, загрузки данных. Регистр флагов. Создать программу по варианту преподавателя (программа содержит 1 цикл).

3. Система команд процессора PIC18F452(0). Понятие стека. Команды уловного и безусловного перехода, арифметические команды, логические команды, битовые команды. Создать программу по варианту преподавателя (программа содержит 1 цикл).

4. Система прерываний PIC18F452(0). Принцип построения подпрограмм обработки прерываний.

5. Настройка таймеров. Синхронизация основного цикла.

6. Принцип построения программы системы импульсно-фазового управления.

7. Алгоритм работы системы импульсно-фазового управления в системе управления реверсивным тиристорным преобразователем.

8. Алгоритм и блок-схема работы логического переключающего устройства в системе управления реверсивным тиристорным преобразователем.

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лабораторные занятия по PIC18F и отладка ПО для курсового проекта проводятся с использованием специализированных отладочных плат (рисунок 1) и программаторов PICKit3 (рисунок 2).

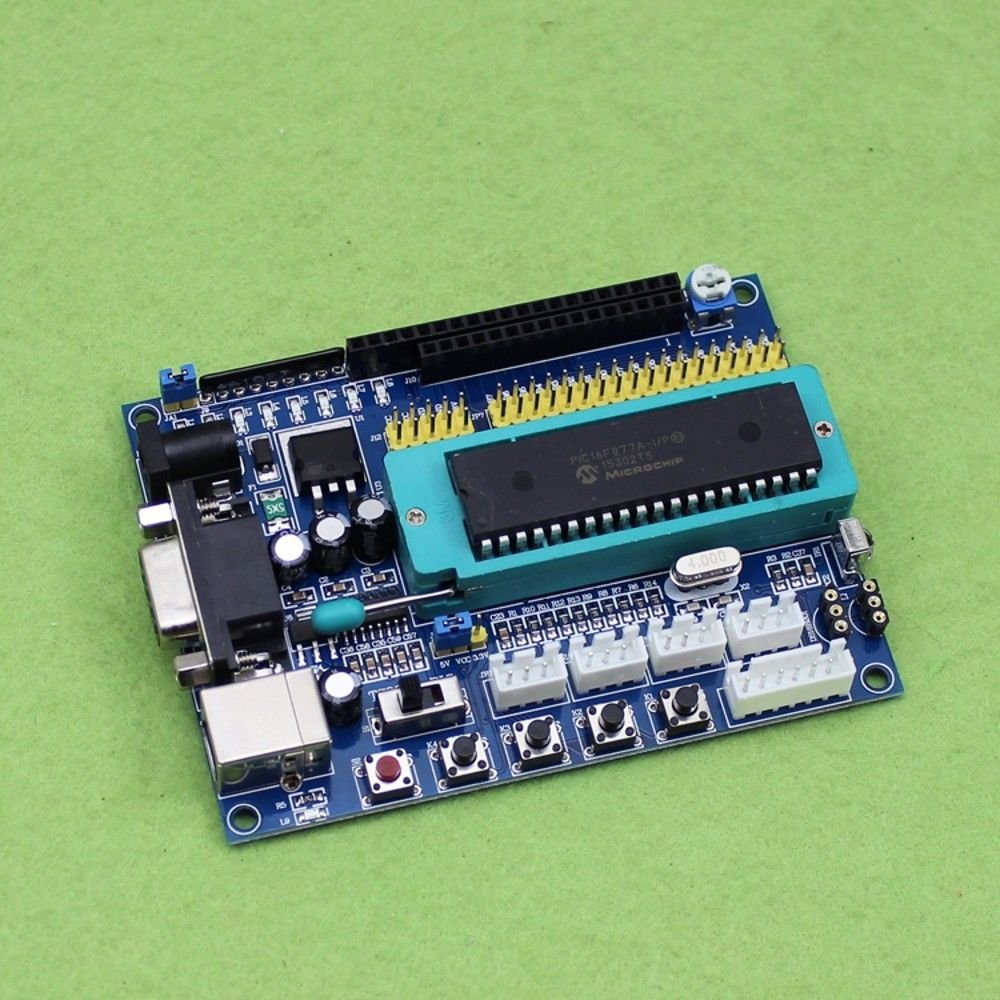


Рисунок 1 – Отладочная плата PIC18F4520



Рисунок 2 – Программатор PICKit3

**Приложение 1 – Работа с интегрированной средой разработки Mplab IDE**

1.1 Устанавливаем и загружаем программу MPLAB IDE v8.92.

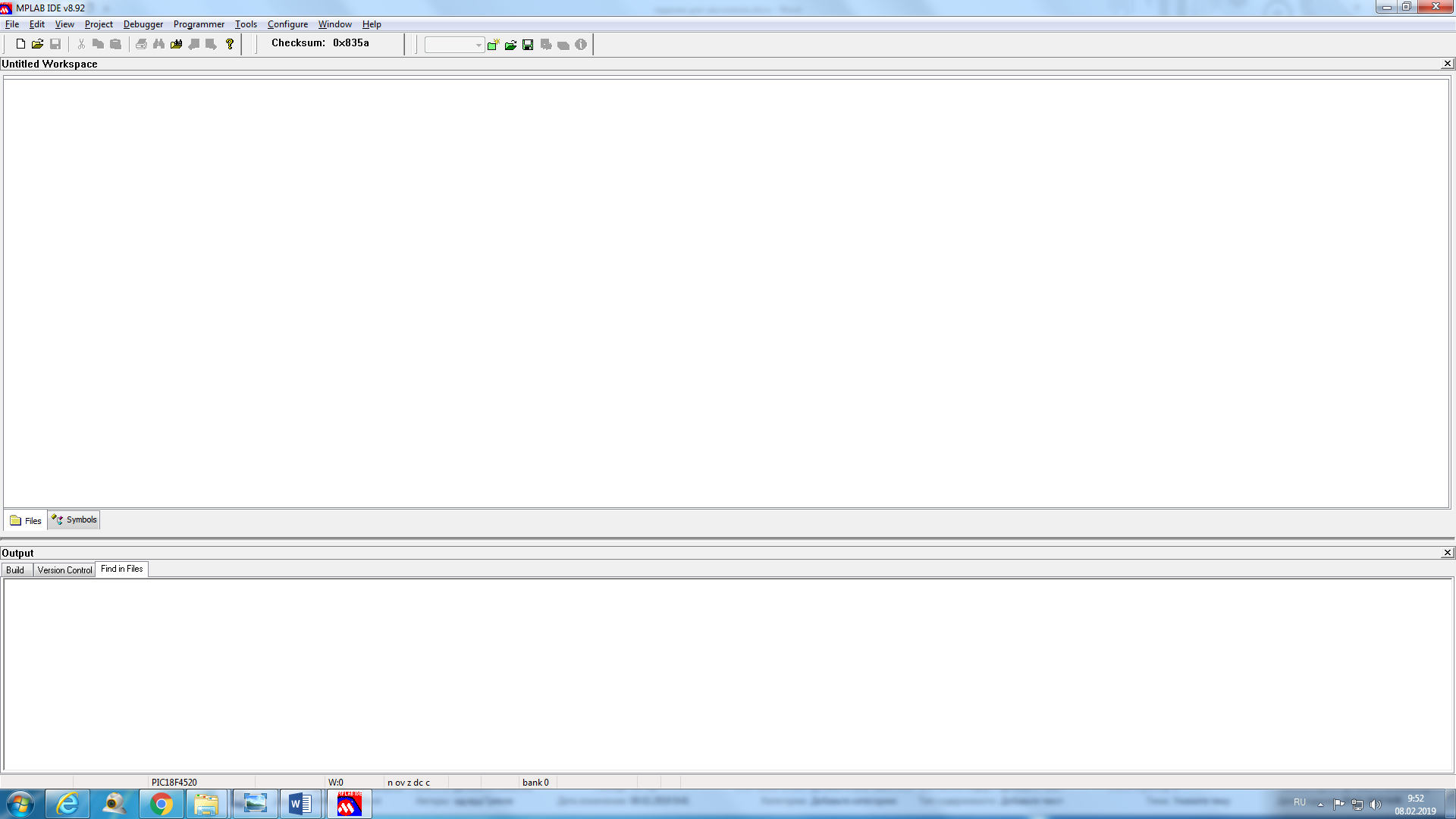


Рисунок 1.1 – Внешний вид MPLAB IDE v8.92

1.2 Меню «Project» - «New»

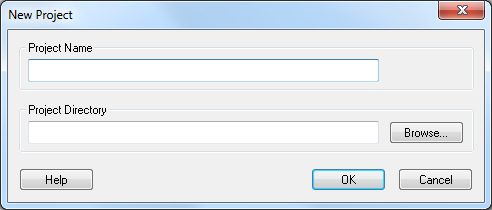


Рисунок 1.2 – Окно создания нового проекта

Назначаем имя проекту (только латинскими буквами!). И указываем путь к папке проекта. В пути не должны присутствовать русские буквы, поэтому сохранять на рабочий стол не рекомендуется. Рекомендуется предварительно создать необходимую папку.

В примере назначим имя проекта «Proba» и сохраним его в папке «D:\MPLAB\_F\Proba».

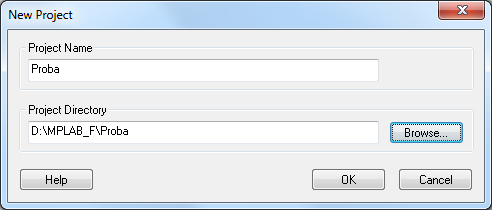


Рисунок 1.3 – Окно создания нового проекта

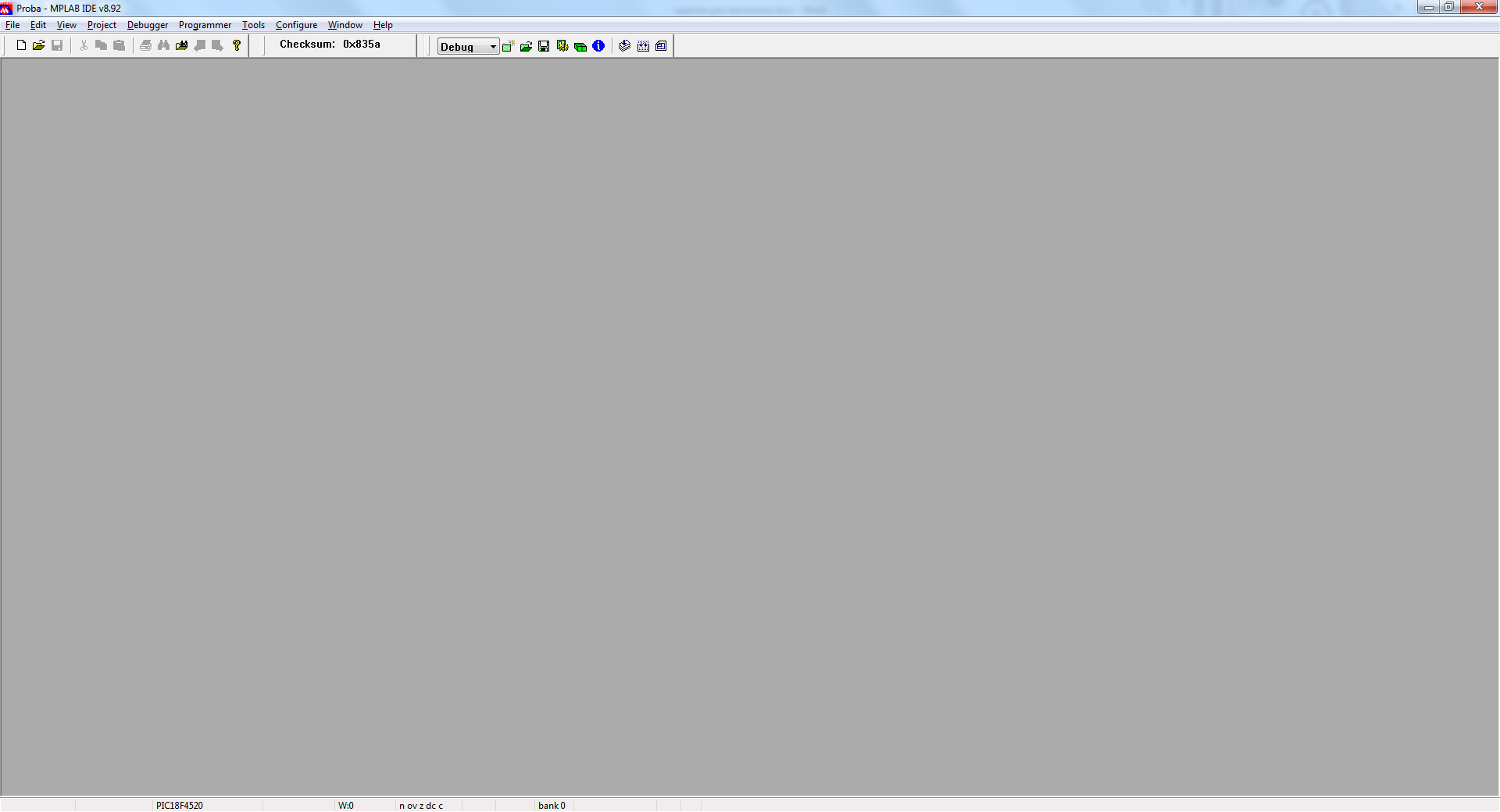


Рисунок 1.4 – Окно MPLAB IDE после создания нового проекта

1.3 Создаем новый файл через меню «File» - «New», или через иконку с чистым листом (первая).

Сохраняем файл в папку проекта (обязательно нужно найти свою папку - по умолчанию открывается другая) «File»-«Save As». Название файла может быть любое, ограничением является только использование латинских букв. В примере используем имя «main». Расширение файла нужно обязательно прописывать «main.asm».

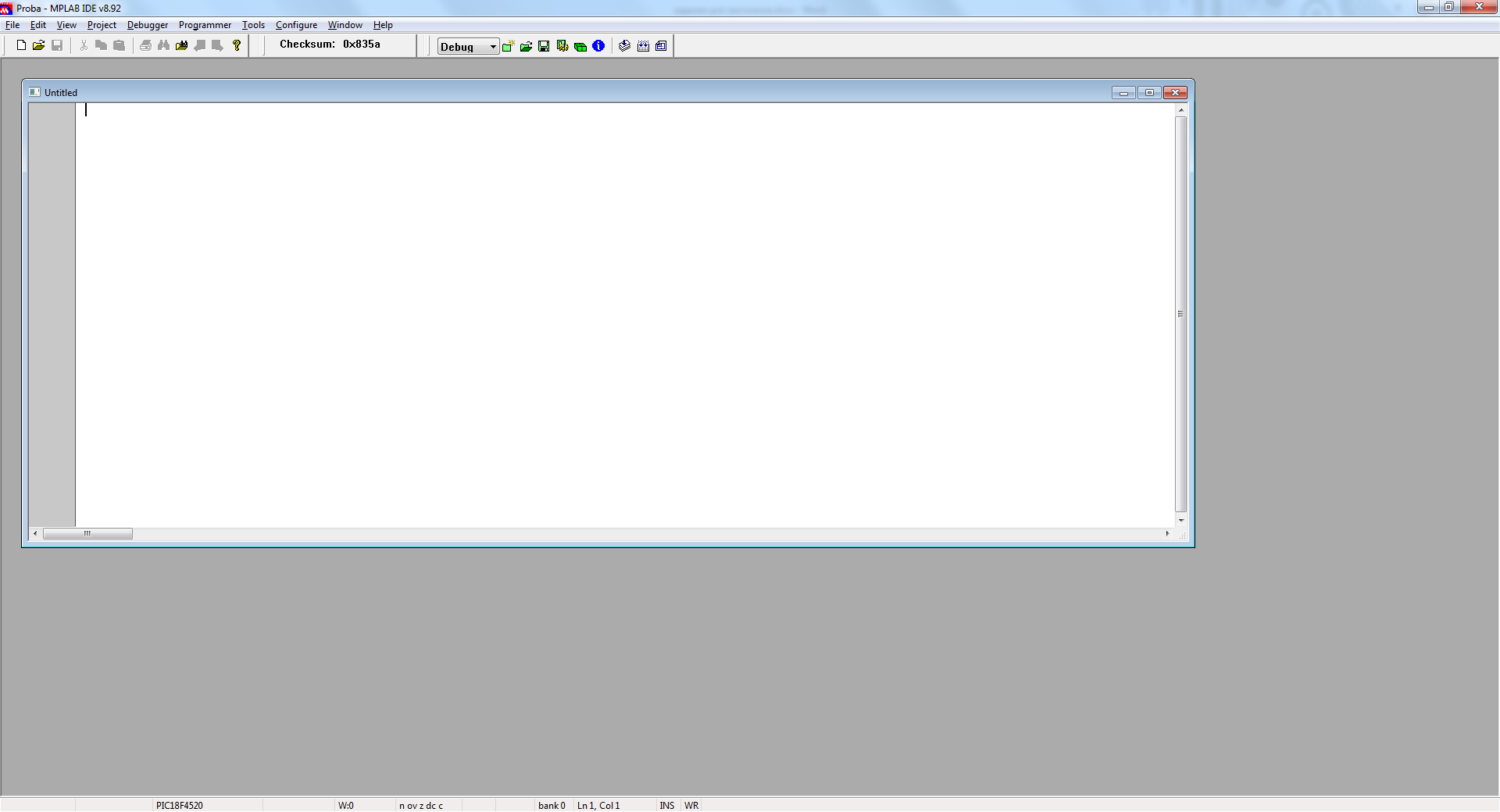


Рисунок 1.5 – Создание нового файла

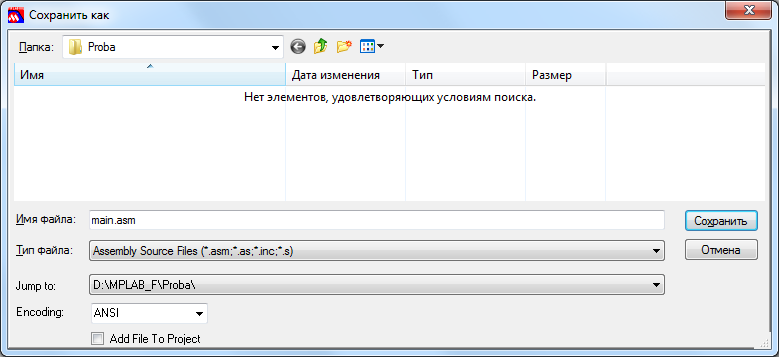


Рисунок 1.6 – Сохранение файла

Для удобства включим режим отображения файлов через вкладки. Для этого на пустом фоне открывшегося окна нажимаем правую клавишу мыши и выбираем строку «Properties». В окне «Editor Properties», во вкладке «General» устанавливаем «Use Tabbed Window». После нажатия клавиши «Ok» программа выдаст предупреждение о необходимости ее перезагрузки (рисунок 1.9). Соглашаемся и выходим из программы. При этом необходимо согласится о сохранении изменений в проекте.

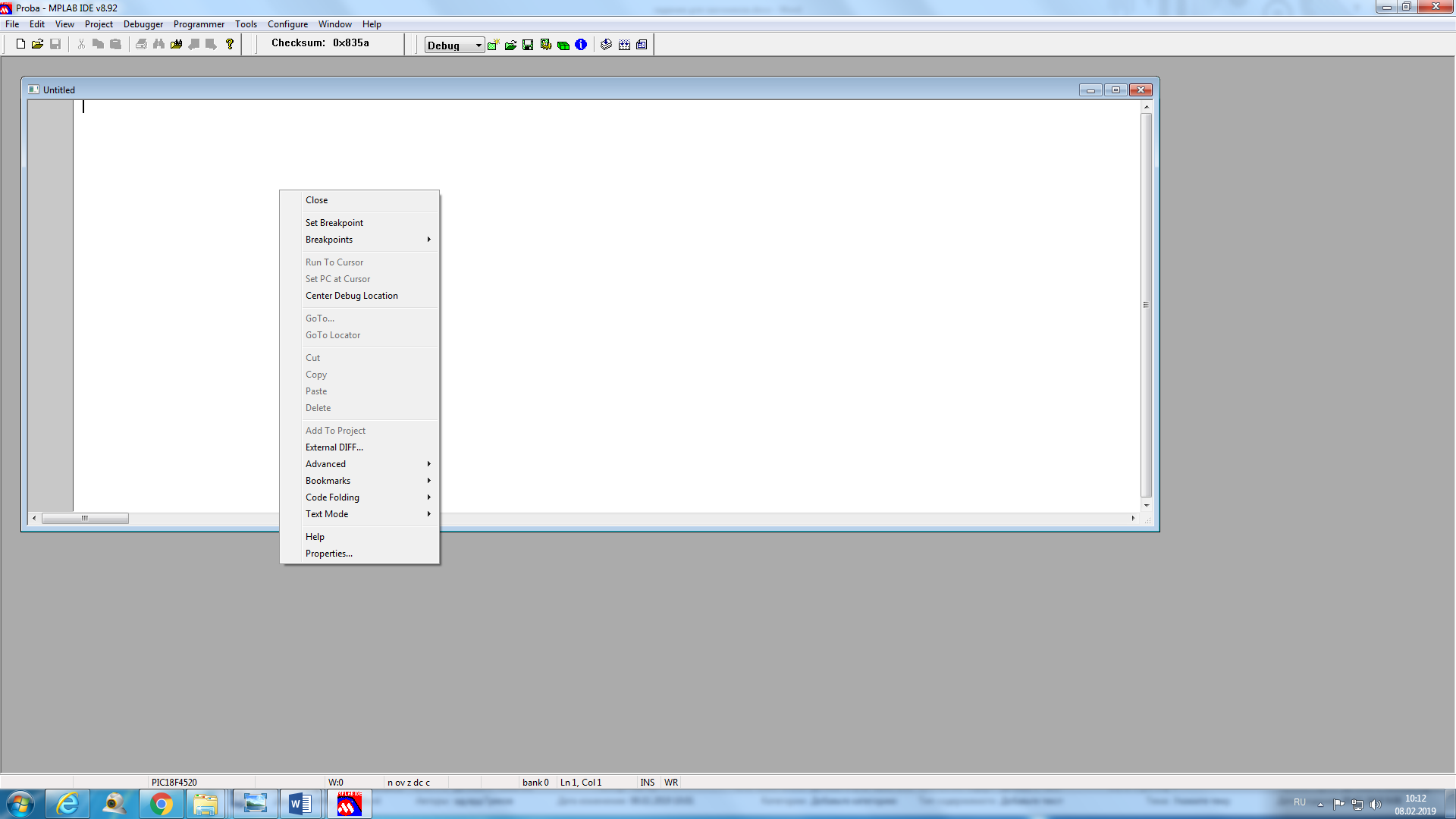


Рисунок 1.7 – Выпадающее меню

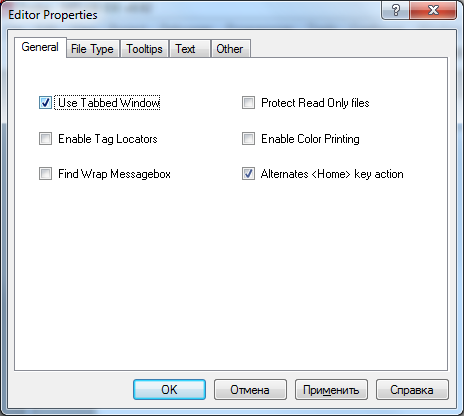


Рисунок 1.8 – Установка «Use Tabbed Window»

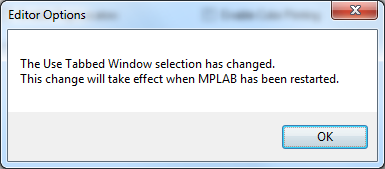


Рисунок 1.9 – Предупреждение о необходимости перезагрузки программы

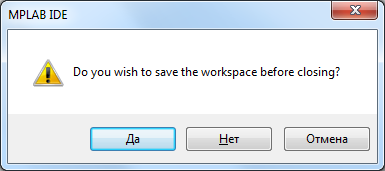


Рисунок 1.10 – Запрос на сохранение изменений в проекте при выходе из программы

1.4 Загружаем программу и загружаем проект следующим образом «Project» - «Open». Загрузка через меню «File» **будет неправильной!**

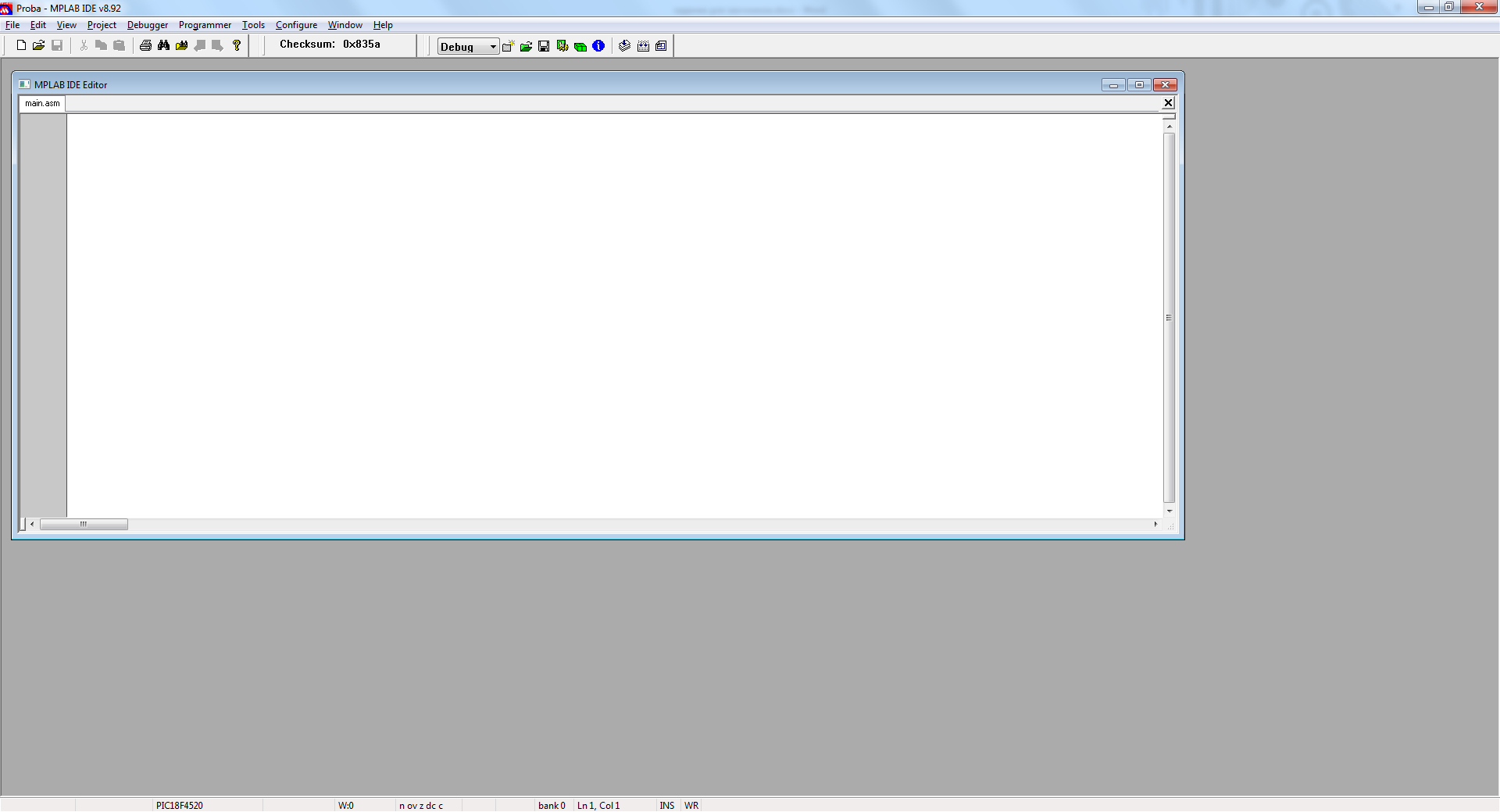


Рисунок 1.11 – Загрузка проекта

Видно, что в окне «MPLAB Editor» возникла одна вкладка с именем нового файла «main.asm».

При загрузке проекта возможно автоматически откроются еще два окна «Output», куда система будет выдавать какие-либо сообщения, и «Proba.mcw» со структурой проекта. Если этого не произошло необходимо принудительно их активировать через меню «View» - «Project» и «Output».

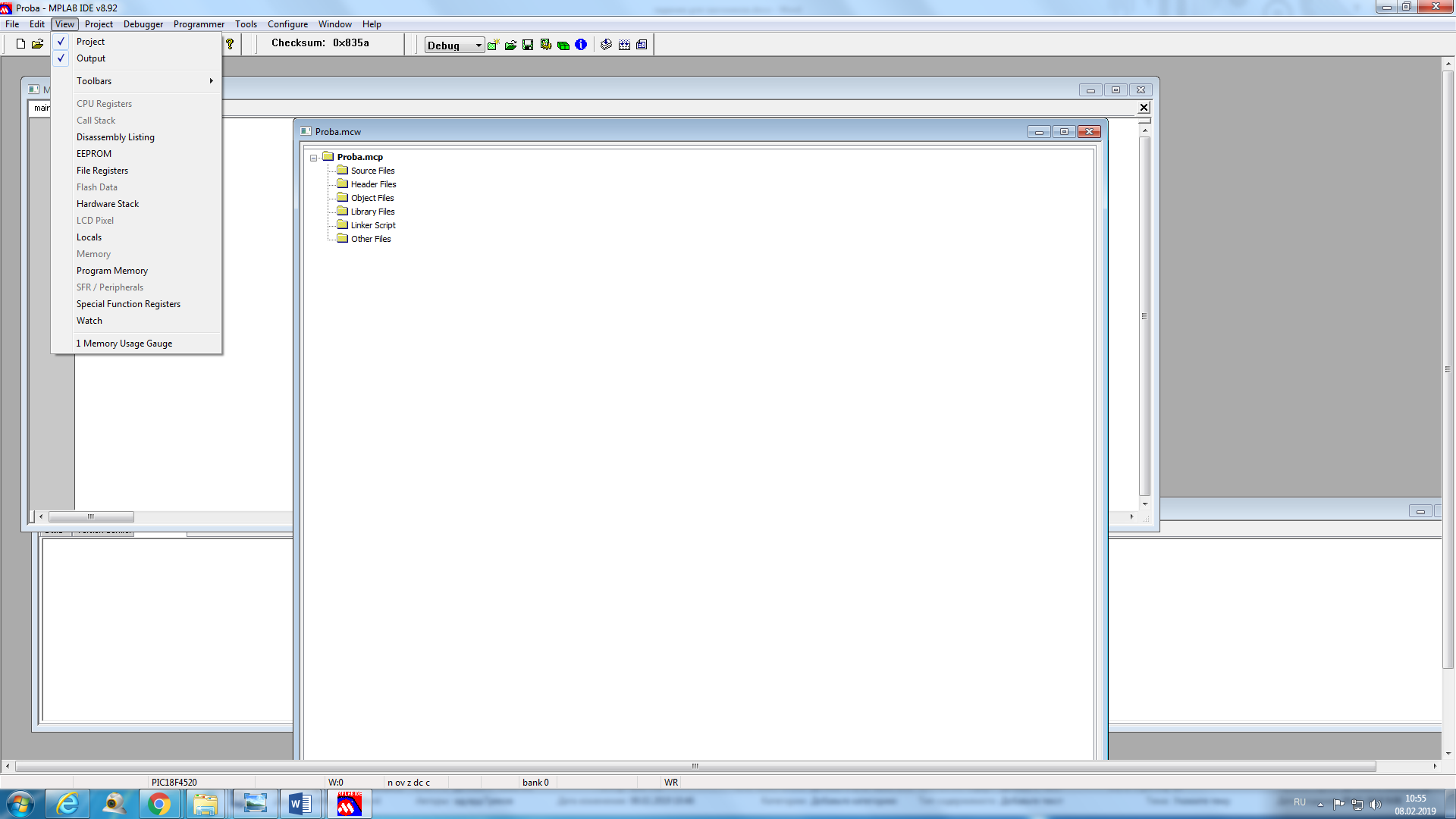


Рисунок 1.12 – Включение отображения окон «Project» и «Output»

1.5 Отформатируем рабочее поле программы для удобства использования.

Левой кнопкой мыши нажимаем на левый верхний угол окон «Project» и «Output». Появляется ниспадающее меню.

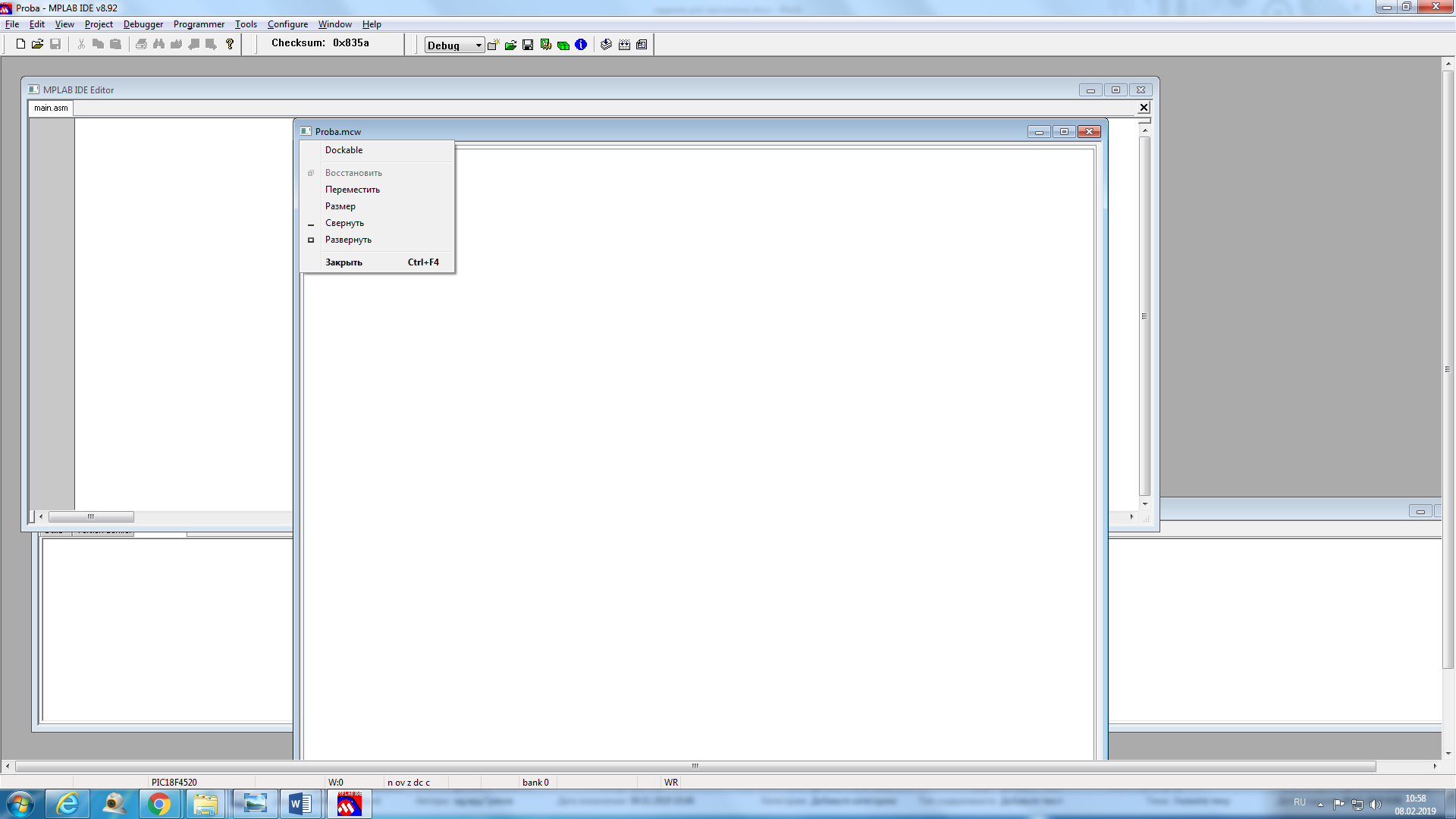


Рисунок 1.13 – Меню свойств окна

Необходимо включить режим «Dockable» на обоих окнах!

Изменится форма окна.

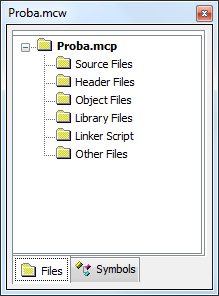


Рисунок 1.14 – Окно «Project» в режиме «Dockable»

Окно «Project» необходимо перенести с помощью мыши на правую сторону рабочего поля, пока оно не закрепится там и не растянется на всю высоту. На рисунке 1.15 справа отображена рамка, которая должна появится прежде чем можно отпустить левую кнопку мыши.

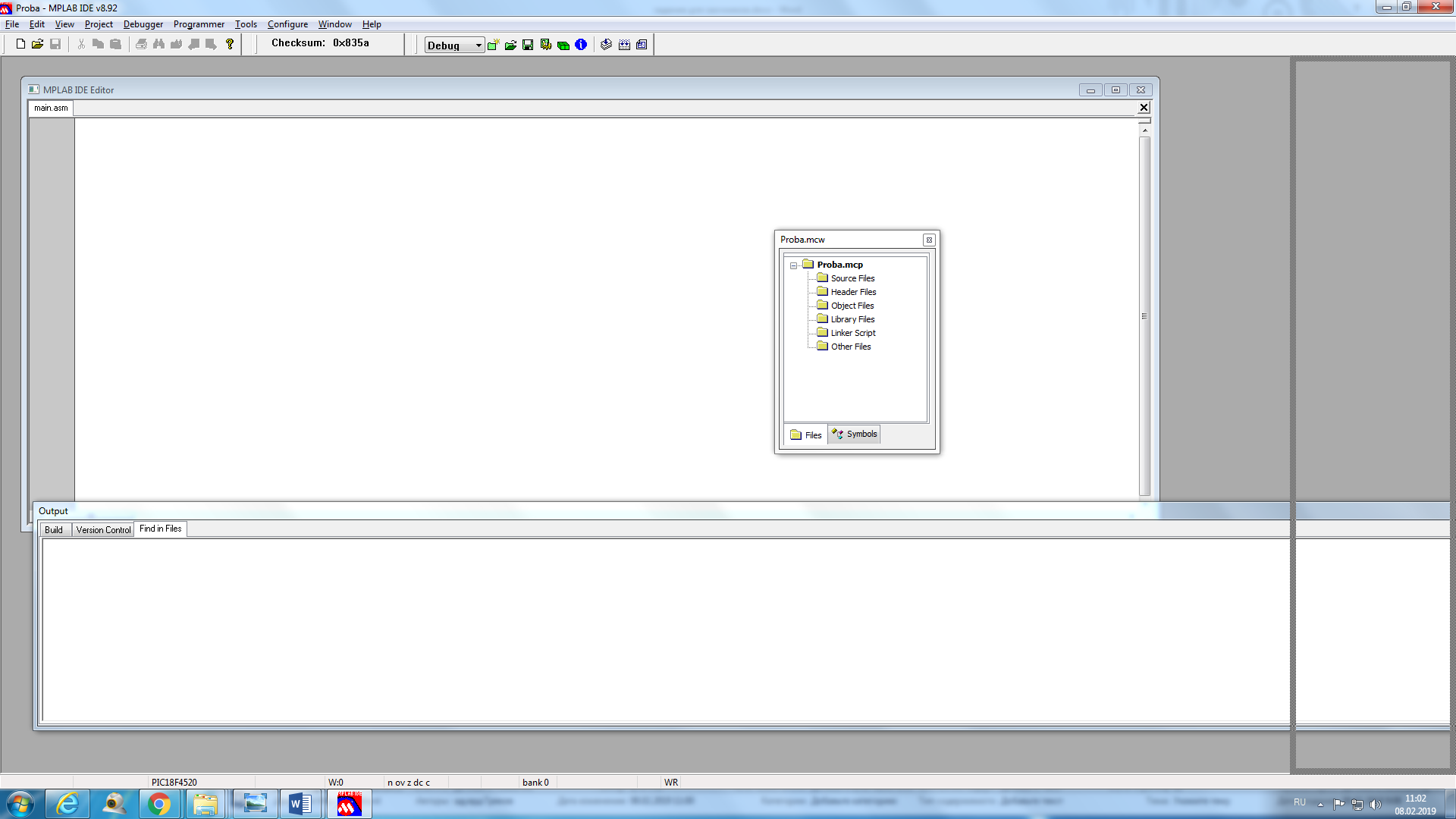


Рисунок 1.15 – Закрепление окна «Project» справа рабочего поля

Окно «Output» можно закрепить снизу окна «Project». Для этого перетаскиваем с правый нижний угол и, не отпуская левую клавишу мыши, пытаемся найти место, где возникнет соответствующая рамка снизу справа.

После этого устанавливаем ширину получившегося поля на удобную величину (рисунок 1.17).

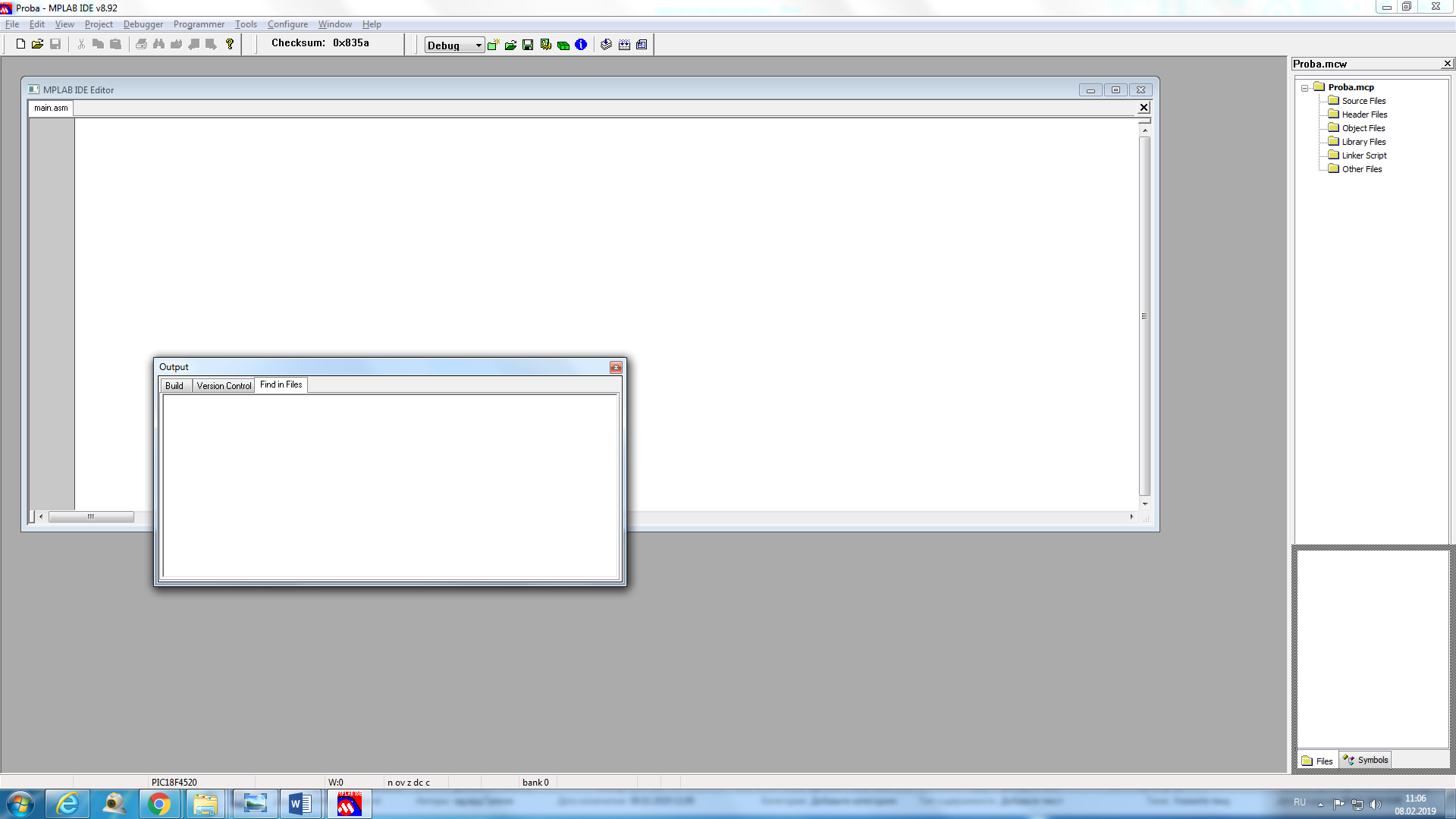


Рисунок 1.16 – Закрепление окна «Output»

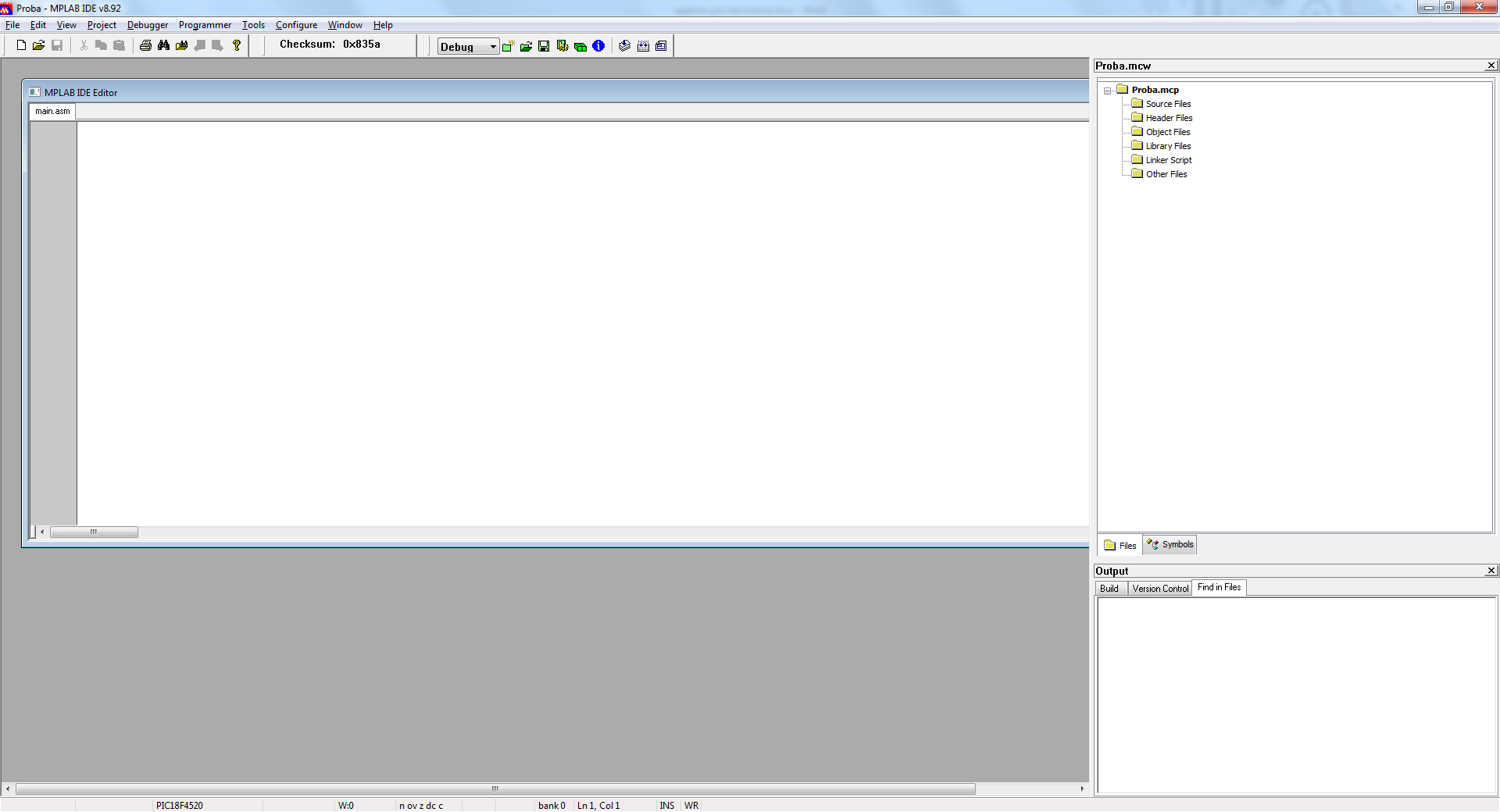


Рисунок 1.17 – Закрепление окон «Project» и «Output»

Раскрываем окно редактора на все поле. Должно получится рабочая область как показана на рисунке 1.18.

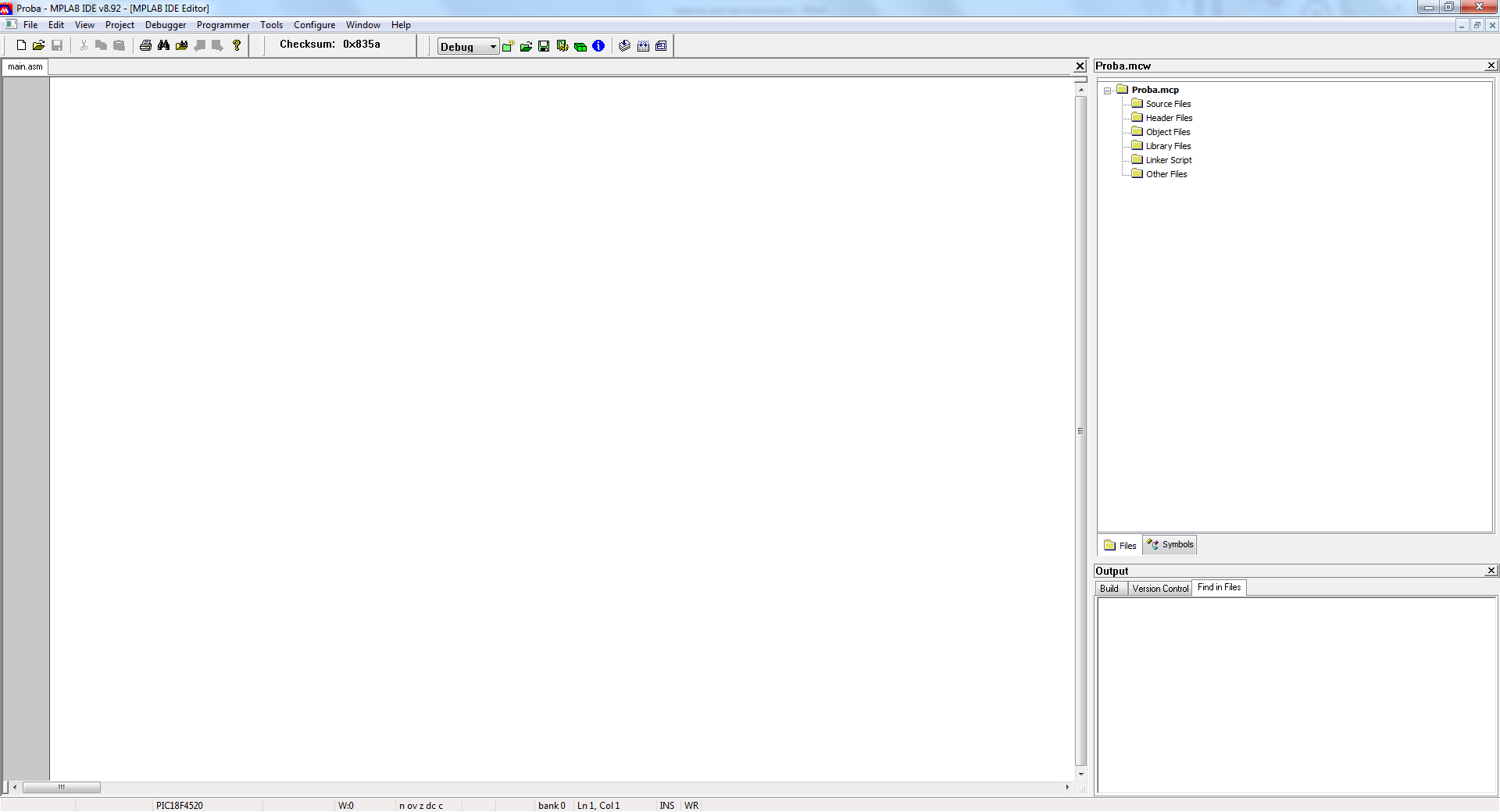


Рисунок 1.18 – Отформатированная рабочая область

1.6 В структуру проекта необходимо поместить созданный файл «main.asm». Для этого на ветке «Source Files» окна «Project» нажимаем правую клавишу мыши и в ниспадающем меню выбираем «Add Files».

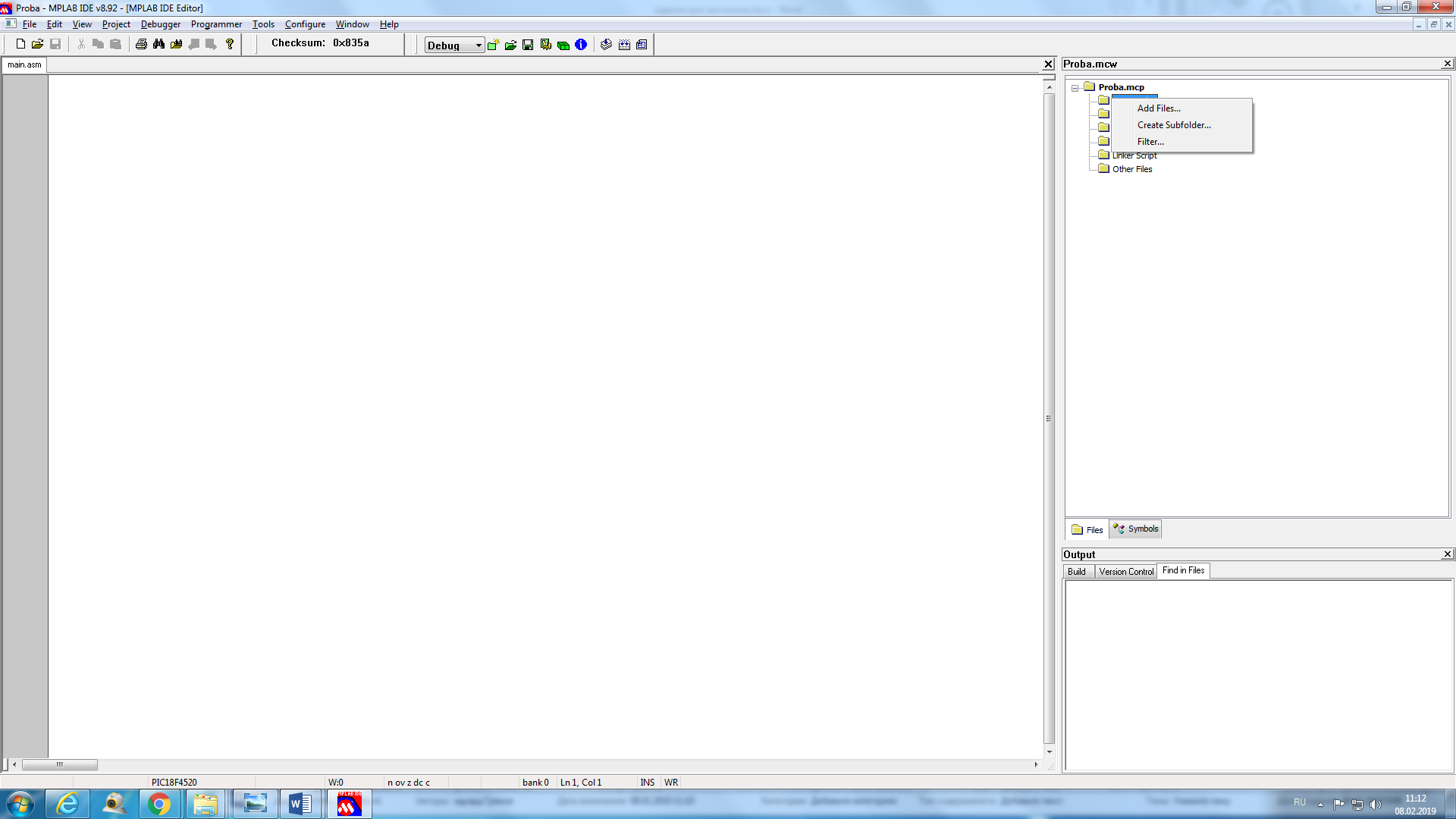


Рисунок 1.19 – Добавление новых файлов в дерево проекта

Выбираем файл «main.asm» в папке проекта.

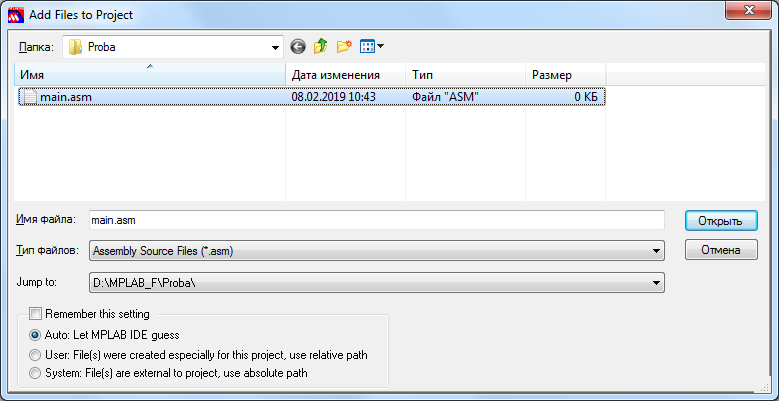


Рисунок 1.20 – Выбор файла

После этого дерево проекта примет вид.

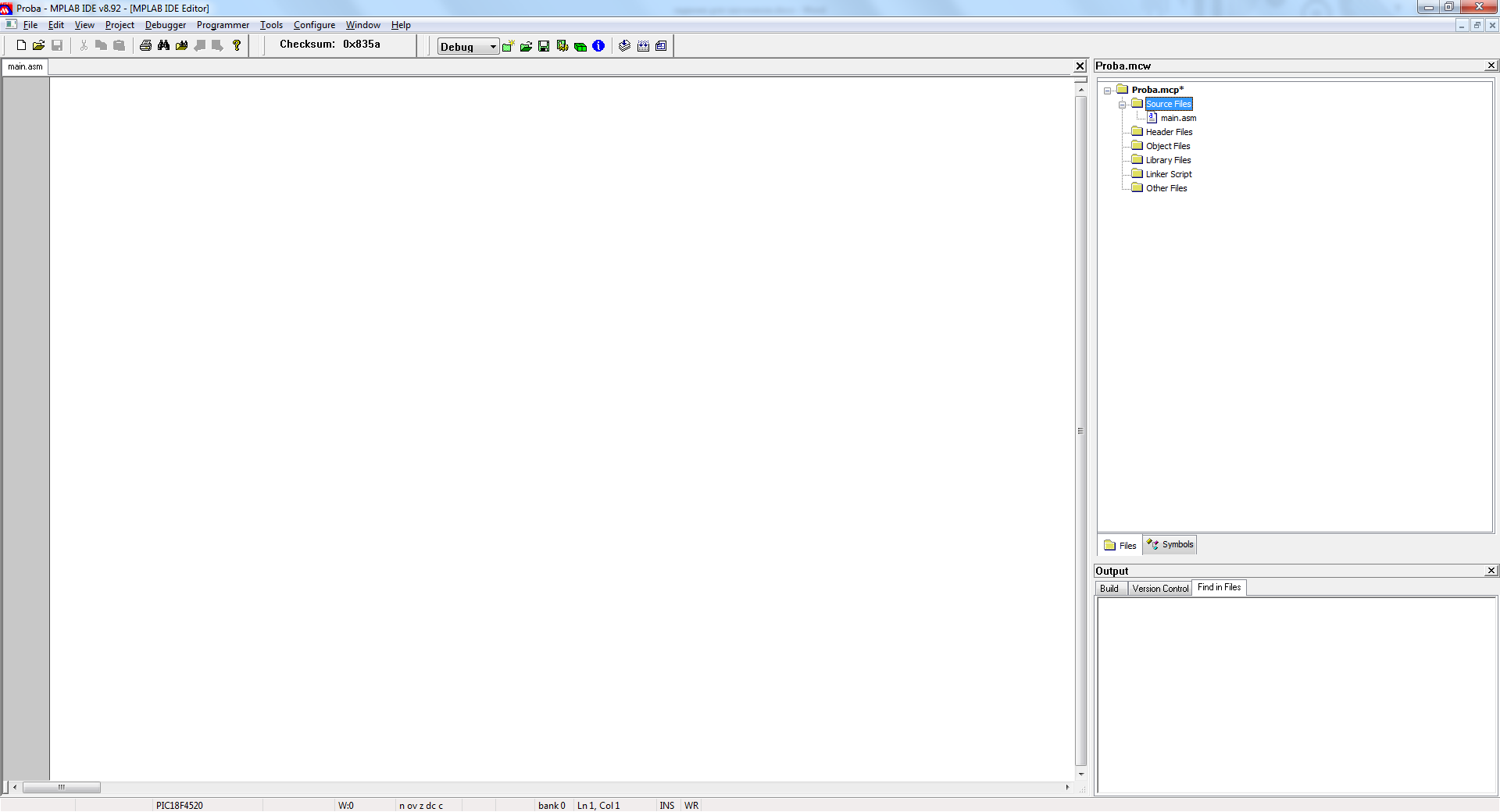


Рисунок 1.21 – Дерево проекта с новым файлом

1.7 Выбор микроконтроллера производится с помощью меню «Configure» - «Select Device». Выставляем «PIC18F4520».

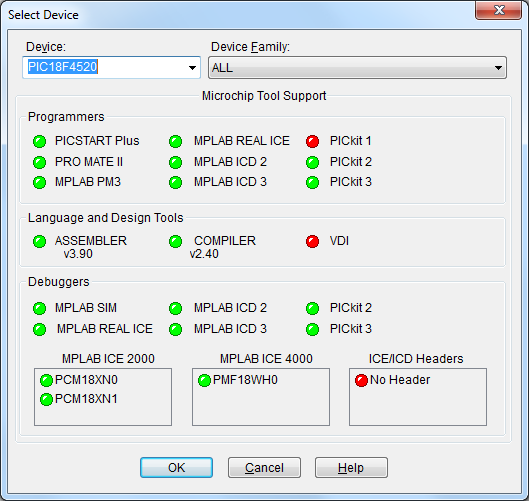


Рисунок 1.22 – Выбор микроконтроллера

1.8 Выбор языка программирования осуществляется с помощью меню «Project» - «Select Language Toolsuite». Нужно выбрать ассемблер как на рисунке 1.23.

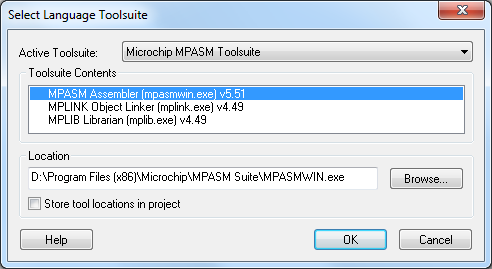


Рисунок 1.23 – Выбор языка программирования

1.9 Установка битов конфигурации микроконтроллера: меню «Configure» - «Configuration Bits».

Необходимо убрать галочку с пункта «Configuration Bits set in code», согласится с предупреждением и выставить следующие строки как показано на рисунках 1.24 – 1.26.

Oscillator Selection bits – биты управления тактовым генератором (выставляем работу от кварцевого резонатора HS с включением умножителя на 4 PLL).

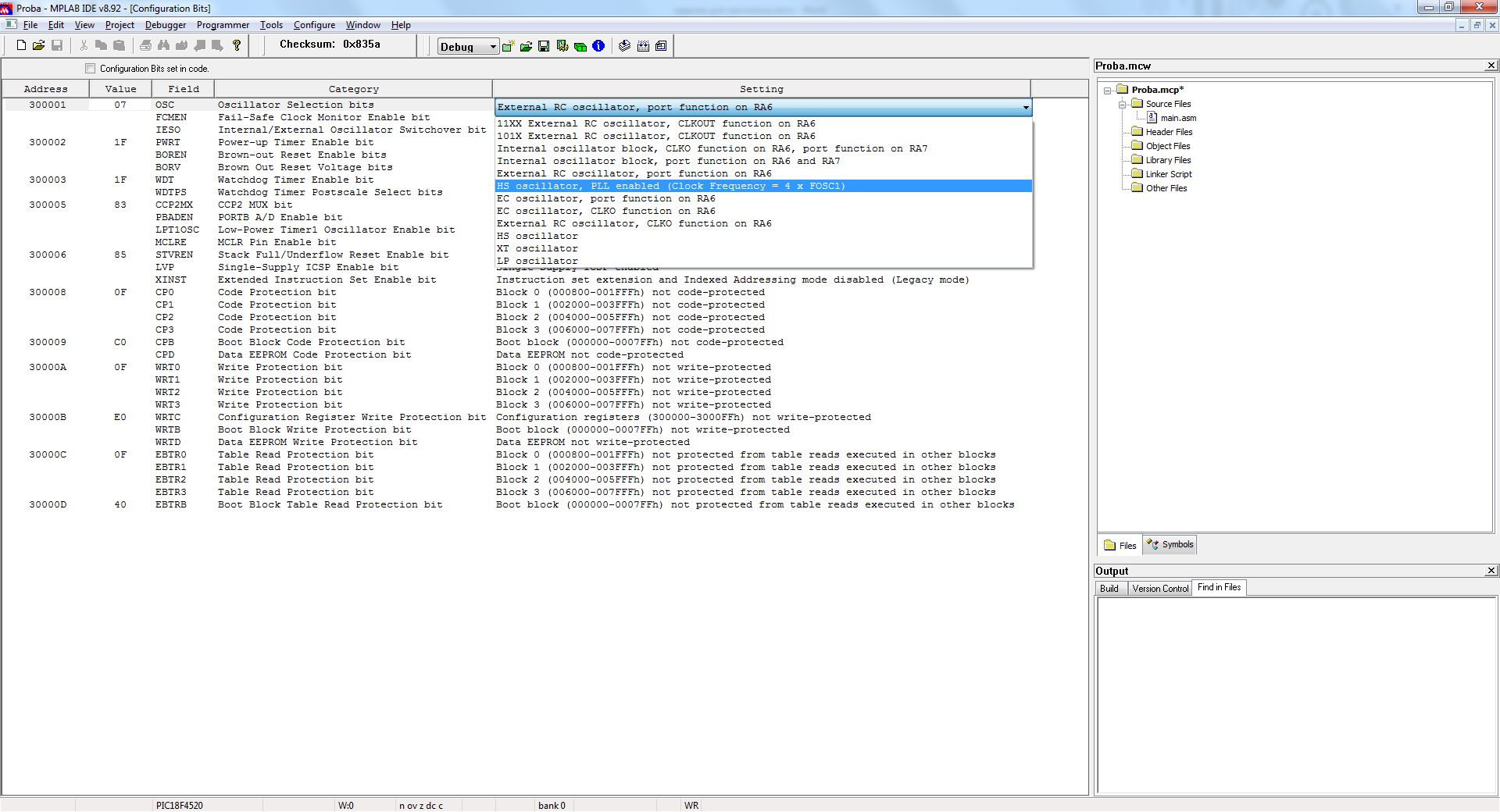


Рисунок 1.24 – Выставление Oscillator Selection bits

Power-up Timer Enable bit – бит включения таймера задержки работы процессора при включения питания для более стабильной работы (включаем)

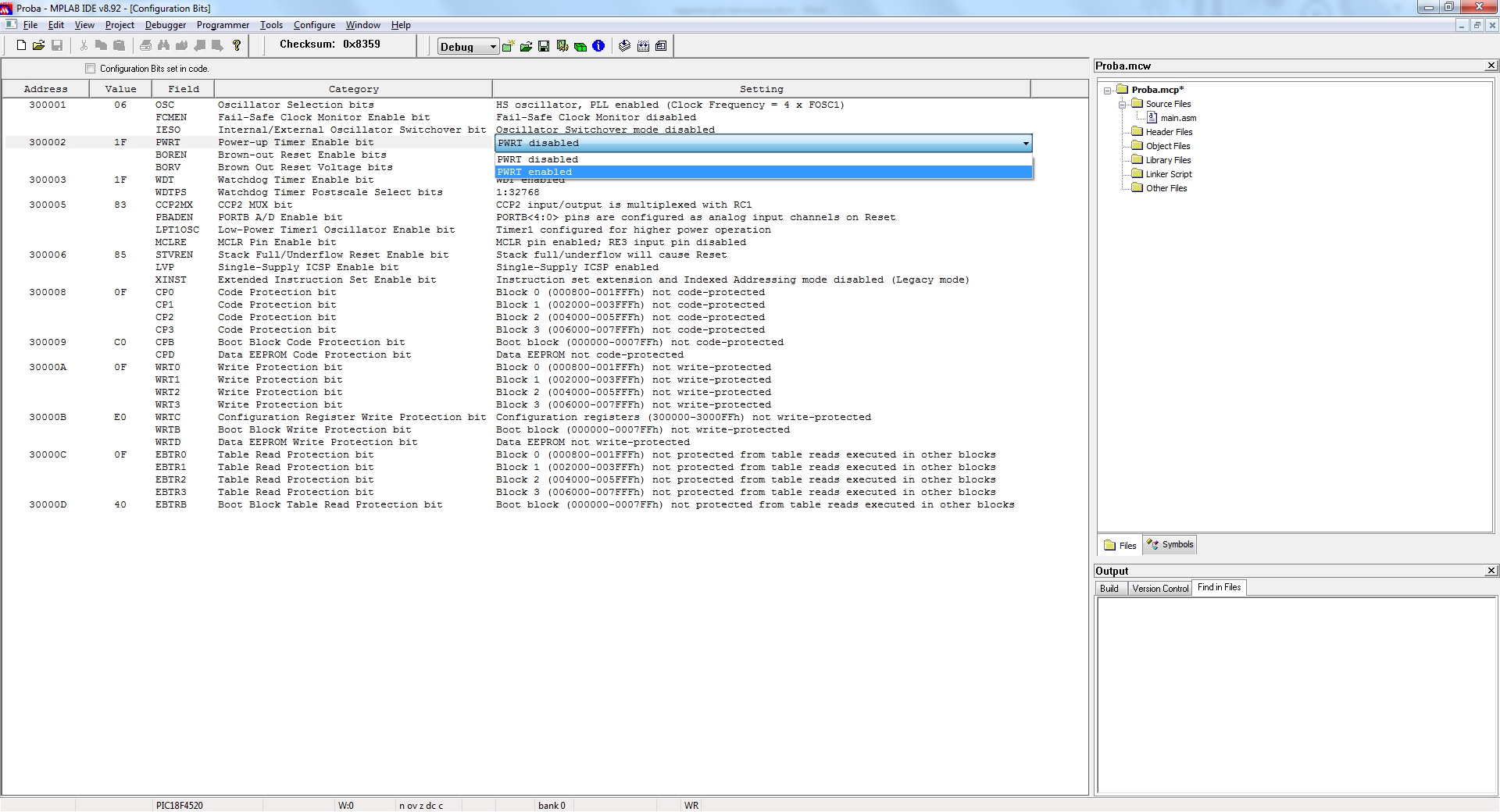


Рисунок 1.25 – Выставление Power-up Timer Enable bit

Watchdog Timer Enable bit – сторожевой таймер, используемый для исключения зависания сложных программ. Так как наш проект не предполагает значительной сложности кода, то этот таймер выключаем.

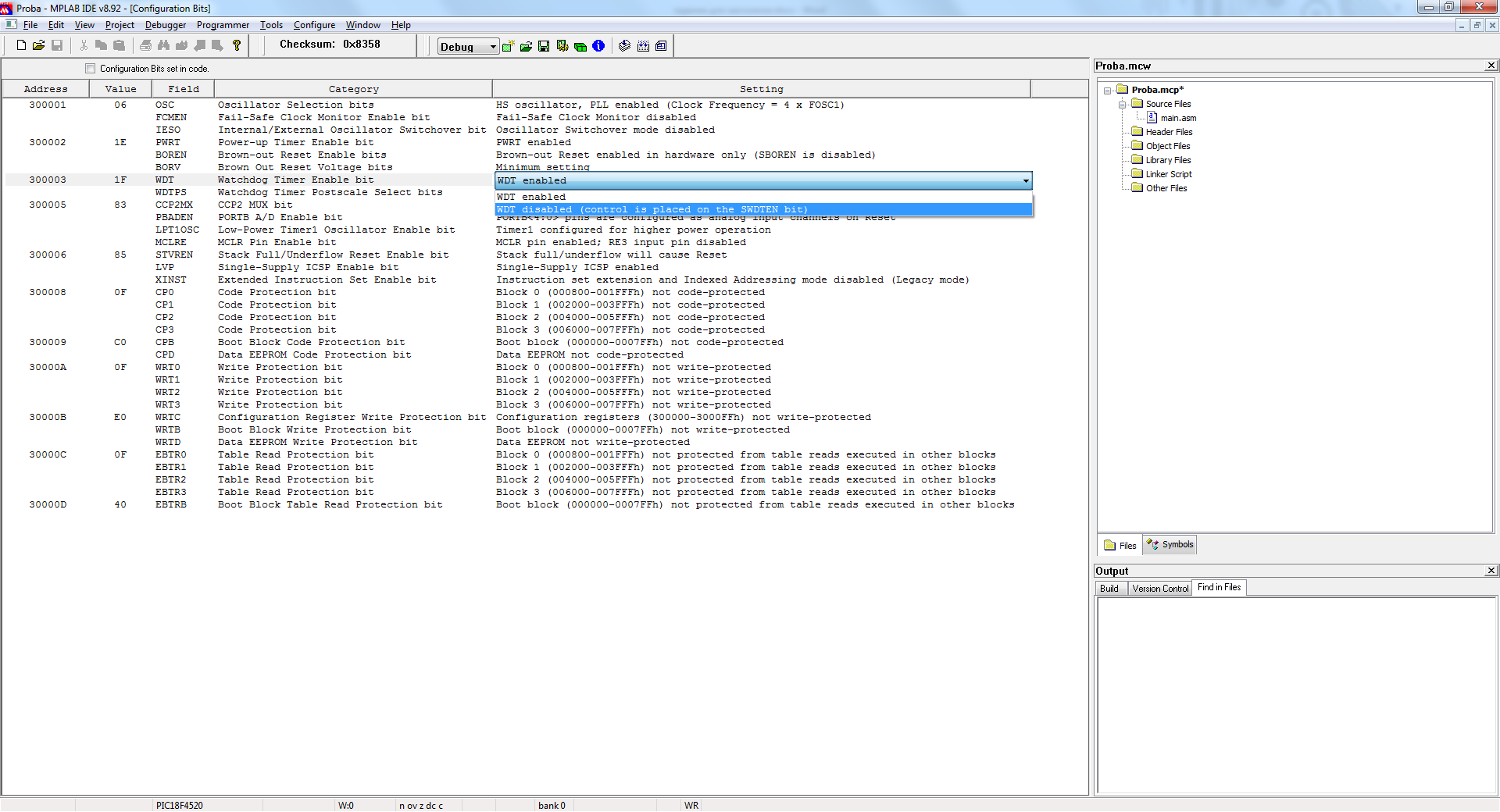


Рисунок 1.26 – Выставление Watchdog Timer Enable bit

Возвращаемся к окну редактора кода через меню «Window» - «MPLAB IDE Editor».

# Создание программы

## Структура программного обеспечения

Разрабатываемое программное обеспечение должно содержать следующие элементы:

1) заголовки и файлы описания управляющих регистров

2) вектор сброса

3) векторы прерывания низкого и высокого приоритетов

4) подпрограммы обработки прерываний

5) подпрограмма инициализации необходимых модулей микроконтроллера и регистров программы

6) основной «бесконечный» цикл программы

7) синхронизация основного цикла с таймером

8) подпрограмма тела основной программы

## Заголовки и файлы описания управляющих регистров

Для компилятора необходимо указать тип используемого микроконтроллера и загрузить имена управляющих регистров, чтобы можно было их использовать в программе. Листинг начала программы (здесь и далее по тексту зеленым цветом будет выделяться вновь введенный код):

list p=18f4520 ; тип процессора

include "p18f4520.inc" ; загрузка заголовков и обозначений регистров

end

Рисунок 2.1 – Заголовок и файл описания управляющих регистров

В программе разрешается писать комментарии, в том числе и на русском языке после знака точка с запятой «;».

Программа должна обязательно заканчиваться командой компилятора «end». В дальнейшем листинг будет приводится без этой команды, предполагая, что она всегда находится в самом конце файла.

## Вектор сброса и вектор прерываний

В микроконтроллере PIC18F4520 при сбросе или подаче питания программа начинается с нулевого адреса 0x0000 (0x – префикс шестнадцатиричного представления числа). Поэтому по этому адресу должна всегда располагаться команда перехода (goto) на основную программу:

list p=18f4520 ; тип процессора

include "p18f4520.inc" ; загрузка заголовков и обозначений регистров

org 0x0000 ; начать компиляцию с адреса 0x0000

goto Start ; безусловный переход на метку старта (start)

end

Рисунок 2.2 – Организация вектора сброса

Для удобочитаемости рекомендуется метки программы начинать с большой буквы, а сами команды микроконтроллера писать полностью маленькими.

Прерыванием называется режим принудительного перехода микроконтроллера на определенную подпрограмму по определенному событию из любого места выполнения основной программы. В отличие от вызова подпрограммы командой «call» переход на подпрограмму обработки прерывания микроконтроллером осуществляется самостоятельно, не требуя специальных команд. Однако необходимо жестко закрепить эту подпрограмму к определенному адресу. Для PIC18F4520 при прерывании высокого уровня микроконтроллер переходит на адрес 0x0008.

list p=18f4520 ; тип процессора

include "p18f4520.inc" ; загрузка заголовков и обозначений регистров

org 0x0000 ; начать компиляцию с адреса 0x0000

goto Start ; безусловный переход на метку старта (start)

; п/п обработки прерываний

org 0x0008

retfie ; возврат из прерываний

end

Рисунок 2.3 – Организация вектора прерывания высокого уровня

Подпрограмма обработки прерывания должна обязательно (!) завершаться командой возврата из прерывания «retfie» - RETurn From Interrupt.