



MICROCHIP

**MPLAB[®] C18
КОМПИЛЯТОР Си
РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

ВЕРСИЯ 3.XX

MPLAB[®] C18 C COMPILER USER'S GUIDE

Перевод: Андрей Шлеенков

<http://andromega.narod.ru>

<mailto:andromega@narod.ru>

Обратите внимание на следующие детали системы защиты кода устройств Microchip:

- Продукция Microchip соответствует документации, содержащейся в соответствующих справочных материалах – Data Sheets.
- Корпорация Microchip полагает, что производимые корпорацией семейства изделий – сегодня одни из наиболее безопасных семейств данного вида на рынке, если они используются соответствующим образом в нормальных условиях эксплуатации.
- Вполне вероятно, что имеются некорректные и, возможно, запрещенные методы, используемые для взлома защиты кода. Все эти методы, как нам известно, требуют использования изделий Microchip в режимах, не соответствующих спецификациям, содержащимся в справочных данных (Data Sheets). Наиболее вероятно, персона, занимающаяся такой деятельностью, подпадает под определение похитителя интеллектуальной собственности.
- Корпорация Microchip предпочитает работать с пользователями, которые не взламывают наши коды.
- Ни корпорация Microchip, ни какие либо другие производители полупроводников не могут гарантировать сохранность своих кодов. Система защиты кода не означает нашей гарантии того, что код не может быть взломан.

Защита кода постоянно развивается и корпорация Microchip постоянно совершенствует свою систему защиты кода. Попытки взлома защиты кода продукции Microchip могут нарушать правовые соглашения Digital Millennium Copyright Act. Если подобные действия позволяют получить несанкционированный доступ к вашему программному обеспечению или другой обеспеченной авторским правом работе, вы имеете право предъявить судебный иск за подобные действия.

Информация, содержащаяся в данной публикации, относится к применению указанной продукции, служит только для вашего удобства и может быть подвержена обновлениям. Только вы ответственны за то, что ваше приложение соответствует вашим требованиям. MICROCHIP НЕ ПРЕДОСТАВЛЯЕТ ГАРАНТИЙ НИКАКОГО ВИДА, ЯВНЫХ ИЛИ НЕЯВНЫХ, ПИСЬМЕННЫХ ИЛИ УСТНЫХ, УСТАНОВЛЕННЫХ ЗАКОНОМ ИЛИ ИНЫМИ ПОЛОЖЕНИЯМИ, СВЯЗАННЫХ С ИНФОРМАЦИЕЙ, ВКЛЮЧАЯ, НО НЕ ОГРАНИЧИВАЯСЬ УСЛОВИЯМИ, КАЧЕСТВОМ, ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ, КОММЕРЧЕСКОЙ ВЫГОДОЙ ИЛИ ПРИГОДНОСТЬЮ ДЛЯ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ЦЕЛЕЙ. Microchip отказывается от любой ответственности, связанной с результатами использования этой информации. Использование продуктов Microchip как критических компонентов в системах поддержания жизни является не авторизованным, кроме как с явного письменного одобрения Microchip. Никакие лицензии, связанные с любыми правами на интеллектуальную собственность Microchip, не могут быть переданы явно, неявно или иным способом.

Торговые Марки
Название и логотип Microchip, Accuron, dsPIC, KEELOQ, microID, MPLAB, PIC, PICmicro, PICSTART, PRO MATE, PowerSmart, rfPIC, и SmartShunt являются зарегистрированными торговыми марками Microchip Technology Incorporated в США и других странах. AmpLab, FilterLab, Migratable Memory, MXDEV, MXLAB, PICMASTER, SEEVAL, SmartSensor и The Embedded Control Solutions Company являются зарегистрированными торговыми марками Microchip Technology Incorporated в США. Analog-for-the-Digital Age, Application Maestro, dsPICDEM, dsPICDEM.net, dsPICworks, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, FlexROM, fuzzyLAB, In-Circuit Serial Programming, ICSP, ICEPIC, Linear Active Thermistor, MPASM, MPLIB, MPLINK, MPSIM, PICkit, PICDEM, PICDEM.net, PICLAB, PICtail, PowerCal, PowerInfo, PowerMate, PowerTool, rLAB, rfPICDEM, Select Mode, Smart Serial, SmartTel, Total Endurance и WiperLock являются торговыми марками Microchip Technology Incorporated в США и других странах. SQTP является сервисной маркой Microchip Technology Incorporated в США. Все другие торговые марки, упомянутые здесь, являются собственностью соответствующих компаний. © 2005, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.
Printed on recycled paper. 11/12/04

**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
= ISO/TS 16949:2002 =**

Microchip received ISO/TS-16949:2002 quality system certification for its worldwide headquarters, design and wafer fabrication facilities in Chandler and Tempe, Arizona and Mountain View, California in October 2003. The Company's quality system processes and procedures are for its PICmicro® 8-bit MCUs, KEELOQ® code hopping devices, Serial EEPROMs, microperipherals, nonvolatile memory and analog products. In addition, Microchip's quality system for the design and manufacture of development systems is ISO 9001:2000 certified

Содержание

Предисловие	1
Глава 1. Введение	7
1.1 ОБЗОР	7
1.2 ВЫЗОВ КОМПИЛЯТОРА	7
1.2.1 Создание выходных файлов	8
1.2.2 Вывод диагностических сообщений	8
1.2.3 Определение макросов	9
1.2.4 Выбор процессора	9
1.2.5 Выбор режима	9
Глава 2. Особенности языка	11
2.1 РАЗМЕРЫ И ДИАПАЗОНЫ ЗНАЧЕНИЙ ДАННЫХ	11
2.1.1 Целые типы	11
2.1.2 Плавающие типы	11
2.2 ПОРЯДОК ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ	12
2.3 КЛАССЫ ХРАНЕНИЯ	12
2.3.1 Оверлей	12
2.3.2 Аргументы функций static	13
2.4 КВАЛИФИКАТОРЫ ХРАНЕНИЯ	14
2.4.1 Объекты памяти данных near/far	14
2.4.2 Объекты памяти программ near/far	14
2.4.3 Квалификаторы ram/rom	14
2.5 ПУТИ ПОИСКА ВКЛЮЧАЕМЫХ ФАЙЛОВ	15
2.5.1 Системные заголовочные файлы	15
2.5.2 Пользовательские заголовочные файлы	15
2.6 ПРЕДОПРЕДЕЛЕННЫЕ ИМЕНА МАКРОСОВ	15
2.7 ОТКЛОНЕНИЯ ОТ ISO	15
2.7.1 Повышение целых типов	15
2.7.2 Числовые константы	16
2.7.3 Строковые константы	16
2.7.4 Функции stdio.h	18
2.8 РАСШИРЕНИЯ ЯЗЫКА	18
2.8.1 Анонимные структуры	18
2.8.2 Встроенный ассемблер	19
2.9 ДИРЕКТИВЫ ПРАГМА	20
2.9.1 #pragma sectiontype	20
2.9.2 #pragma interruptlow fname / #pragma interrupt fname	26
2.9.3 #pragma tmpdata [section-name]	29
2.9.4 #pragma varlocate bank variable-name, #pragma varlocate "section-name" variable-name	31
2.9.5 #pragma config	32
2.10 ЗАГОЛОВОЧНЫЕ ФАЙЛЫ ПРОЦЕССОРОВ	33
2.11 ФАЙЛЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕГИСТРОВ ПРОЦЕССОРОВ	35

Глава 3. Модель времени выполнения	37
3.1 МОДЕЛИ ПАМЯТИ	37
3.2 СОГЛАШЕНИЯ О ВЫЗОВАХ	38
3.2.1 Соглашения нерасширенного режима	38
3.2.2 Соглашения расширенного режима	39
3.2.3 Возвращаемые значения	40
3.2.4 Управление программным стеком	40
3.2.5 Смешанный код Си и ассемблера	41
3.3 СТАРТОВЫЙ КОД	44
3.3.1 Поведение по умолчанию	44
3.3.2 Настройка	45
3.4 РЕСУРСЫ, РЕЗЕРВИРУЕМЫЕ КОМПИЛЯТОРОМ	45
Глава 4. Оптимизация	47
4.1 ОБЪЕДИНЕНИЕ ДВОЙНЫХ СТРОК -Om+ / -Om-	47
4.2 ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕХОДОВ -Ob+ / -Ob-	48
4.3 ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА БАНКА -On+ / -On-	48
4.4 ОТСЛЕЖИВАНИЕ РЕГИСТРА WREG -Ow+ / -Ow-	49
4.5 СПРЯМЛЕНИЕ КОДА -Os+ / -Os-	49
4.6 ОБЪЕДИНЕНИЕ ОКОНЧАНИЙ -Ot+ / -Ot-	50
4.7 УДАЛЕНИЕ НЕДОСТИЖИМОГО КОДА -Ou+ / -Ou-	50
4.8 РАСПРОСТРАНЕНИЕ КОПИИ -Op+ / -Op-	51
4.9 УДАЛЕНИЕ ИЗБЫТОЧНОГО СОХРАНЕНИЯ -Or+ / -Or-	51
4.10 УДАЛЕНИЕ МЕРТВОГО КОДА -Od+ / -Od-	52
4.11 ПРОЦЕДУРНАЯ АБСТРАКЦИЯ -Ora+ / -Ora-	53
Глава 5. Примеры программ	55
5.1 ПРОГРАММА: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДОВ И ПРЕРЫВАНИЙ	55
5.2 ПРОГРАММА: USART И СОЗДАНИЕ БОЛЬШИХ ОБЪЕКТОВ ДАННЫХ	58
5.3 ПРОГРАММА: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ EEDATA И ПРЕРЫВАНИЙ	63
Приложение А. Формат COFF Файла	69
A.1 ЗАГОЛОВОК ФАЙЛА – struct filehdr	69
A.1.1 unsigned short f_magic	69
A.1.2 unsigned short f_nscns	69
A.1.3 unsigned long f_timdat	69
A.1.4 unsigned long f_symptr	69
A.1.5 unsigned long f_nsyms	69
A.1.6 unsigned short f_opthdr	69
A.1.7 unsigned short f_flags	69
A.2 ОПЦИОНАЛЬНЫЙ ЗАГОЛОВОК ФАЙЛА – struct opthdr	70
A.2.1 unsigned short magic	70
A.2.2 unsigned long vstamp	70
A.2.3 unsigned long proc_type	70
A.2.4 unsigned long rom_width_bits	73
A.2.5 unsigned long ram_width_bits	73
A.3 ЗАГОЛОВОК СЕКЦИИ – struct scnhdr	73
A.3.1 union _s	74
A.3.2 unsigned long s_size	74

A.3.3 unsigned long s_scnptr	74
A.3.4 unsigned long s_relptr	74
A.3.5 unsigned long s_innoptr	74
A.3.6 unsigned short s_nreloc	74
A.3.7 unsigned short s_nlnno	74
A.3.8 unsigned long s_flags	74
A.4 ЗАПИСЬ ПЕРЕМЕЩАЕМОСТИ – struct reloc	75
A.4.1 unsigned long r_vaddr	75
A.4.2 unsigned long r_symndx	75
A.4.3 short r_offset	75
A.4.4 unsigned short r_type	75
A.5 ЗАПИСЬ ТАБЛИЦЫ СИМВОЛОВ – struct syment	77
A.5.1 union _n	77
A.5.2 unsigned long n_value	77
A.5.3 short n_scnum	77
A.5.4 unsigned long n_type	78
A.5.5 char n_sclass	78
A.5.6 unsigned char n_numaux	79
A.6 ЗАПИСЬ НОМЕРОВ СТРОК – struct coff_lineno	79
A.6.1 unsigned long l_srcndx	80
A.6.2 unsigned short l_lno	80
A.6.3 unsigned long l_paddr	80
A.6.4 unsigned short l_flags	80
A.6.5 unsigned long l_fcndx	80
A.7 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСЬ ТАБЛИЦЫ СИМВОЛОВ ИСХОДНОГО ФАЙЛА – struct aux_file	80
A.7.1 unsigned long x_offset	80
A.7.2 unsigned long x_incline	80
A.7.3 unsigned char x_flags	80
A.8 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТАБЛИЦЫ СИМВОЛОВ СЕКЦИИ – struct aux_scn	80
A.8.1 unsigned long x_scnlen	81
A.8.2 unsigned short x_nreloc	81
A.8.3 unsigned short x_nlnno	81
A.9 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТАБЛИЦЫ СИМВОЛОВ ИМЕНИ ТЕГА struct/union/enum – struct aux_tag	81
A.9.1 unsigned short x_size	81
A.9.2 unsigned long x_endndx	81
A.10 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТАБЛИЦЫ СИМВОЛОВ КОНЦА struct/union/enum – struct aux_eos	81
A.10.1 unsigned long x_tagndx	81
A.10.2 unsigned short x_size	81
A.11 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТАБЛИЦЫ СИМВОЛОВ ИМЕНИ ФУНКЦИИ – struct aux_fcn	82
A.11.1 unsigned long x_tagndx	82
A.11.2 unsigned long x_innoptr	82
A.11.3 unsigned long x_endndx	82
A.11.4 short x_actscnum	82
A.12 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТАБЛИЦЫ СИМВОЛОВ ССЫЛКИ ВЫЗОВА ФУНКЦИИ – struct aux_fcn_calls	82
A.12.1 unsigned long x_callendx	82
A.12.2 unsigned long x_is_interrupt	82

A.13 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТАБЛИЦЫ СИМВОЛОВ МАССИВА – struct aux_arr	83
A.13.1 unsigned long x_tagndx.....	83
A.13.2 unsigned short x_size.....	83
A.13.3 unsigned short x_dimen[X_DIMNUM]	83
A.14 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТАБЛИЦЫ СИМВОЛОВ КОНЦА БЛОКА ИЛИ ФУНКЦИИ – struct aux_eobf	83
A.14.1 unsigned short x_inno	83
A.15 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТАБЛИЦЫ СИМВОЛОВ НАЧАЛА БЛОКА ИЛИ ФУНКЦИИ – struct aux_bobf	83
A.15.1 unsigned short x_inno	83
A.15.2 unsigned long x_endndx	83
A.16 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТАБЛИЦЫ СИМВОЛОВ ПЕРЕМЕННОЙ ТИПА struct/union/enum – struct aux_var	84
A.16.1 unsigned long x_tagndx.....	84
A.16.2 unsigned short x_size.....	84
A.17 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ БИТОВОГО ПОЛЯ – struct aux_field.....	84
A.17.1 unsigned short x_size.....	84
Приложение В. Реализация ANSI.....	85
В.1 ВВЕДЕНИЕ	85
В.2 ИДЕНТИФИКАТОРЫ.....	85
В.3 СИМВОЛЫ	85
В.4 ЦЕЛЫЕ ТИПЫ	86
В.5 ПЛАВАЮЩИЕ ТИПЫ	86
В.6 МАССИВЫ И УКАЗАТЕЛИ.....	87
В.7 РЕГИСТРЫ	87
В.8 СТРУКТУРЫ И ОБЪЕДИНЕНИЯ	87
В.9 БИТОВЫЕ ПОЛЯ.....	87
В.10 ПЕРЕЧИСЛЕНИЯ	87
В.11 ОПЕРАТОР SWITCH.....	88
В.12 ДИРЕКТИВЫ ПРЕПРОЦЕССОРА	88
Приложение С: Опции командной строки.....	89
Приложение D: Диагностические сообщения.....	91
D.1 ОШИБКИ	91
D.2 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ	106
D.3 СООБЩЕНИЯ.....	110
Приложение E. Расширенный режим.....	111
E.1 СОВМЕСТИМОСТЬ ИСХОДНОГО КОДА	111
E.1.1 Размер кадра стека	111
E.1.2 Параметры static.....	111
E.1.3 Ключевое слово overlay	111
E.1.4 Встроенный ассемблер.....	112
E.1.5 Предопределенные макросы.....	112
E.2 РАЗЛИЧИЕ ОПЦИЙ КОМАНДНОЙ СТРОКИ	113

Е.3 РАЗЛИЧИЯ В COFF ФАЙЛЕ	113
Е.3.1 Обобщенный процессор	113
Е.3.2 Поле заголовка файла f_flags	113
Глоссарий	115
Мировая сеть продаж и обслуживания	120

Руководство пользователя MPLAB[®] C18

Предисловие

ВНИМАНИЮ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Вся документация поставляется датированной и данное руководство не является исключением. Инструментарий и документация Microchip постоянно развиваются для удовлетворения потребностей пользователей, поэтому некоторые описания в этом документе могут отличаться от реального продукта. Пожалуйста, обратитесь на веб-сайт (<http://www.microchip.com>) для получения последних версий документации.

Документы идентифицируются номером "DS". Этот номер расположен в конце каждой страницы перед номером страницы. Соглашение о нумерации документов использует шаблон "DSXXXXXA", где "XXXXX" – номер документа, а "A" – версия документа.

Для получения последних обновлений информации о средствах разработки, см. встроенную справку MPLAB[®] IDE. Выберите меню Help, и затем Topics для открытия списка доступных файлов интерактивной справки.

ВВЕДЕНИЕ

В этом документе обсуждаются технические детали и разъясняются все функциональные возможности компилятора MPLAB C18. Это подразумевает, что программист уже:

- знает, как писать программы на языке Си
- знает, как использовать интегрированную среду разработки MPLAB IDE для создания и отладки проектов
- читает и понимает справочник по процессору, для которого предназначается программа

СОСТАВ ДОКУМЕНТА

Состав данного документа:

- **Глава 1: Введение** – представляет обзор MPLAB C18 и информацию о вызове компилятора.
- **Глава 2: Особенности языка** – обсуждает отличия компилятора MPLAB C18 от стандарта ANSI.
- **Глава 3: Модель времени выполнения** – Обсуждает, как компилятор MPLAB C18 использует ресурсы микроконтроллеров PIC18 PICmicro[®].
- **Глава 4: Оптимизация** – обсуждает оптимизацию кода, выполняемую компилятором MPLAB C18.
- **Глава 5: Примеры программ** – представляет несколько примерных образцов приложений и описывает исходные коды со ссылками на соответствующие темы данного руководства пользователя.



Руководство пользователя MPLAB® C18

- **Приложение А: Формат COFF файла** – представляет детали формата файла Microchip COFF.
- **Приложение В: Реализация ANSI** – обсуждает реализацию в MPLAB C18 требований стандарта ANSI.
- **Приложение С: Опции командной строки** – перечисляет опции командной строки со ссылками на разделы, обсуждающие каждую из этих опций.
- **Приложение D: Сообщения MPLAB C18** – список сообщений об ошибках, предупреждений и информационных сообщений компилятора.
- **Приложение Е: Расширенный Режим** – обсуждает различия между расширенным и нерасширенным режимами.

СОГЛАШЕНИЯ ДАННОГО РУКОВОДСТВА

Данное руководство использует следующие соглашения:

СОГЛАШЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ

Описание	Значение	Примеры
Шрифт Arial:		
Курсив	Ссылки на книги	<i>MPLAB® IDE User's Guide</i>
Шрифт Courier New:		
Простой	Образец исходного кода	<code>#define START</code>
	Имена файлов	<code>autoexec.bat</code>
	Пути файлов	<code>c:\mcc18\h</code>
	Ключевые слова	<code>_asm, _endasm, static</code>
	Опции командной строки	<code>-Opa+, -Opa-</code>
Курсив	Переменный аргумент	<i>file.o</i> , где <i>file</i> – любое допустимое имя файла
<code>0bnnnn</code>	Двоичное число, <i>nnnn</i> – двоичные цифры	<code>0b00100, 0b10</code>
<code>0xnxxx</code>	Шестнадцатеричное число, <i>nnnn</i> – шестнадцатеричные цифры	<code>0xFFFF, 0x007A</code>
Квадратные скобки []	Оptionальные аргументы	<code>mcc18 [options] file [options]</code>
Точки ...	Повторяющийся текст	<code>var_name [, var_name...]</code>
	Код пользователя	<pre>void main (void) { ... }</pre>
Пиктограммы:		
	Свойства, поддерживаемые только полной версией программы	 1.2.5 Выбор Режима

ЛИТЕРАТУРА ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ PIC18

readme.c18

Этот файл включен в состав поставки компилятора и содержит последнюю информацию, не вошедшую в данный документ.

PIC18 Configuration Settings Addendum (DS51537)

Список установок битов конфигурации для микроконтроллеров Microchip PIC18, поддерживаемых директивой `#pragma config` компилятора MPLAB C18 и директивой `CONFIG` ассемблера MPASM™.

MPLAB® C18 C Compiler Getting Started (DS51295)

Описывает установку компилятора MPLAB C18, написание простых программ и использование MPLAB IDE совместно с компилятором.

MPLAB® C18 C Compiler Libraries (DS51297)

Справочное руководство по библиотекам MPLAB C18 и прекомпилированным объектным файлам. Содержит список библиотечных функций в составе компилятора MPLAB C18 с детальным описанием их использования.

MPLAB® IDE Quick Start Guide (DS51281)

Описывает установку MPLAB IDE и ее использование для создания проектов и программирования микроконтроллеров.

MPASM™ Assembler, MPLINK™ Object Linker, MPLIB™ Object Librarian User's Guide (DS33014)

Описывает использование Microchip PICmicro MCU ассемблера (MPASM), компоновщика (MPLINK) и библиотекаря (MPLIB).

PICmicro® 18C MCU Family Reference Manual (DS39500)

Описание усовершенствованного семейства микроконтроллеров. Объясняет архитектуру семейства и функционирование периферийных модулей, но не раскрывает специфику каждого конкретного контроллера.

PIC18 Device Data Sheets and Application Notes

“Data Sheets” описывают функционирование и электрические характеристики устройств PIC18. “Application notes” описывают использование PIC18.

Для получения любого из перечисленных выше документов, посетите веб-сайт Microchip (<http://www.microchip.com>) и разыщите их в файлах в формате Adobe Acrobat (.pdf).

ЛИТЕРАТУРА ПО ЯЗЫКУ Си

American National Standard for Information Systems – Programming Language – C. American National Standards Institute (ANSI), 11 West 42nd. Street, New York, New York, 10036.

Этот стандарт определяет форму и интерпретацию программ, написанных на языке программирования Си. Его цель состоит в том, чтобы обеспечить мобильность, надежность, сопровождаемость и эффективность выполнения программ на языке Си в разных вычислительных системах.

Harbison, Samuel P. and Steele, Guy L., C A Reference Manual, Fourth Edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.

Описывает язык программирования Си в мельчайших деталях. Эта книга - авторитетное справочное руководство, дающее полное описание языка, библиотек и стиля программирования, подчеркивающего правильность, мобильность и сопровождаемость программ.

Kernighan, Brian W. and Ritchie, Dennis M. The C Programming Language, Second Edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.

Представляет краткое изложение языка Си в определениях стандарта ANSI C. Эта книга – превосходный справочник для программистов.

Kochan, Steven G. Programming In ANSI C, Revised Edition. Hayden Books, Indianapolis, Indiana 46268.

Еще один прекрасный справочник для изучения ANSI C, используемый в колледжах и университетах.

Peatman, John B. Embedded Design with the PIC18F452 Microcontroller, First Edition. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458.

Фокусирует внимание на семействе Microchip Technology's PIC18FXXX и написании кода для сложных программ.

Van Sickle, Ted. Programming Microcontrollers in C, First Edition. LLH Technology Publishing, Eagle Rock, Virginia 24085.

Хотя эта книга посвящена устройствам фирмы Motorola, она полезна тем, что использует общие принципы программирования микроконтроллеров на Си.

ДРУГИЕ ДОКУМЕНТЫ

Standards Committee of the IEEE Computer Society – IEEE Standard for Binary Floating-Point Arithmetic. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, 345 East 47th. Street, New York, New York, 10017.

Стандарт описывает формат чисел с плавающей точкой, используемый в MPLAB C18

ВЕБ-САЙТ MICROCHIP

Microchip обеспечивает интерактивную поддержку пользователей через веб-сайт <http://www.microchip.com>. Этот веб-сайт служит для создания легкого доступа пользователей к информации и файлам. Доступный при помощи Обозревателя Интернет веб-сайт содержит следующую информацию:

- **Поддержка продукции** – справочные листки и сводки ошибок, примеры и образцы программ, материалы проектирования, руководства пользователя и документы поддержки изделий, последние версии и архивы программного обеспечения
- **Общая техническая поддержка** – часто задаваемые вопросы (FAQ), запросы технической поддержки, интерактивные группы обсуждений, список членов группы консультантов по программированию Microchip
- **Бизнес Microchip** – селектор продукции и руководство по заказам, последние пресс-релизы Microchip, список семинаров и событий, списки офисов продаж, дистрибьюторов и представителей производителя

СЛУЖБА УВЕДОМЛЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Служба уведомлений Microchip помогает пользователям в своевременном получении последней информации о продукции. Подписчики получают электронной почтой уведомления об изменениях, обновлениях, версиях и ошибках в определенных продуктах или средствах разработки.

Для регистрации посетите веб-сайт Microchip <http://www.microchip.com>, перейдите по ссылке Customer Change Notification и следуйте инструкции по регистрации.

Категории группы продуктов систем разработки:

- **Компиляторы** – последняя информация о компиляторах Microchip C и других языковых инструментах. Включает компиляторы MPLAB C17, MPLAB C18 и MPLAB C30; ассемблеры MPASM™ и MPLAB ASM30; компоновщики MPLINK™ и MPLAB LINK30; библиотеки MPLIB™ и MPLAB LIB30.
- **Эмуляторы** – последняя информация о внутрисхемных эмуляторах Microchip. Включает MPLAB ICE 2000 и MPLAB ICE 4000.
- **Внутрисхемные отладчики** – последняя информация о внутрисхемном отладчике Microchip MPLAB ICD 2.
- **MPLAB IDE** – последняя информация о Microchip MPLAB IDE, Интегрированной Среде Разработки для инструментальных систем. Включает симуляторы MPLAB IDE, MPLAB SIM и MPLAB SIM30, MPLAB IDE Project Manager и общие особенности редактирования и отладки.
- **Программаторы** – последняя информация о программаторах Microchip. Включает программаторы MPLAB PM3, PRO MATE® II и PICSTART® Plus.

ПОДДЕРЖКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Пользователи продуктов Microchip могут получить помощь по нескольким каналам:

- Дистрибьютор или представитель
- Локальный офис продаж
- Специалист проблемной отрасли
- Техническая поддержка
- Информационная линия систем разработки

Для поддержки пользователи должны связаться с дистрибьютором, представителем или специалистом проблемной отрасли. Локальные офисы продаж также доступны для помощи пользователям. Перечень офисов продаж и их месторасположение находятся в конце этого документа.

Техническая поддержка доступна на веб-сайте: <http://support.microchip.com>.

Дополнительно существует информационная линия систем разработки, содержащая перечень последних версий программных продуктов систем разработки Microchip. Эта линия также предоставляет информацию о том, как пользователь может получить доступные пакеты обновлений.

Телефонные номера информационной линии систем разработки:

1-800-755-2345 – Соединенные Штаты Америки и большая часть Канады

1-480-792-7302 – Остальные международные службы

Глава 1. Введение

1.1 ОБЗОР

MPLAB C18 является автономным оптимизирующим компилятором для микроконтроллеров PICmicro PIC18 и в основном соответствует стандарту ANSI C X3.159-1989. Отклонения от стандарта присутствуют только в тех местах, где стандарт препятствует эффективной поддержке PICmicro MCU. Компилятор является 32-разрядным консольным приложением Windows, и полностью совместим с Microchip MPLAB IDE, позволяя отладку программы в исходных кодах во внутрисхемном эмуляторе MPLAB ICE, во внутрисхемном отладчике MPLAB ICD 2 или в симуляторе MPLAB SIM.

Компилятор MPLAB C18 обладает следующими свойствами:

- Совместимость с ANSI '89
- Интеграция с MPLAB IDE для упрощения управления проектом и отладки в исходном коде
- Генерация перемещаемых объектных модулей для многократного использования кода
- Совместимость с объектными модулями, генерируемыми ассемблером MPASM, что дает полную свободу программирования в смешанных кодах на ассемблере и Си в одном проекте
- Прозрачный доступ к внешней памяти для чтения/записи
- Мощная поддержка встроенного ассемблера при необходимости полного контроля кода
- Эффективный генератор кода с многоуровневой оптимизацией
- Обширные библиотеки: поддержка модулей PWM, SPI[™], I²C[™], UART, USART, манипуляция строками, математические функции
- Полный пользовательский контроль размещения кода и данных в памяти

1.2 ВЫЗОВ КОМПИЛЯТОРА

Документ *MPLAB[®] C18 Getting Started (DS51295)* описывает использование компилятора с MPLAB IDE. Также компилятор может быть вызван через командную строку, используя следующий синтаксис:

```
mcc18 [options] file [options]
```

В качестве параметров могут быть заданы один исходный файл и любое количество опций командной строки. Опция командной строки `-help` выводит список всех доступных опций компилятора командной строки. Опция `-verbose` вызывает вывод номера версии, общего количества ошибок, предупреждений и сообщений по завершении трансляции.

1.2.1 Создание выходных файлов

По умолчанию компилятор генерирует выходной объектный файл с именем *file.o*, где *file* – имя исходного файла, определенного в командной строке минус расширение. Имя выходного объектного файла может быть переопределено опцией командной строки `-fo`. Например:

```
mcc18 -fo bar.o foo.c
```

Если исходный файл содержит ошибки, компилятор генерирует файл ошибок с именем *file.err*, где *file* – имя исходного файла, определенного в командной строке минус расширение. Имя файла ошибок может быть переопределено опцией командной строки `-fe`. Например:

```
mcc18 -fe bar.err foo.c
```

1.2.2 Вывод диагностических сообщений

Диагностические сообщения управляются опциями командной строки `-w` и `-nw`. Опция `-w` устанавливает уровень предупреждений (1, 2 или 3). Таблица 1-1 содержит соответствие уровней и типов выводимых сообщений. Опция `-nw` подавляет вывод определенных сообщений (Приложение D. “Сообщения MPLAB C18” и опция командной строки `--help-message-list` перечисляют все сообщения, генерируемые компилятором). Справка по всем сообщениям может быть получена при помощи опции `--help-message-all`. Справка по определенному диагностическому сообщению может быть получена при помощи опции `--help-message`. Например:

```
mcc18 --help-message=2068
```

выводит следующую информацию:

```
2068: obsolete use of implicit 'int' detected.
```

```
The ANSI standard allows a variable to be declared without a base type being specified, e.g., "extern x;", in which case a base type of 'int' is implied. This usage is deprecated by the standard as obsolete, and therefore a diagnostic is issued to that effect.
```

ТАБЛИЦА 1-1: УРОВЕНЬ СООБЩЕНИЙ

Уровень Сообщений	Выводимые Сообщения
1	Ошибки (фатальные и не фатальные)
2	Уровень 1 плюс предупреждения
3	Уровень 2 плюс сообщения

1.2.3 Определение макросов

Опция командной строки `-D` позволяет определять макроподстановки. Данная опция может быть определена следующими способами: `-Dname` или `-Dname=value`. `-Dname` определяет макро `name` со значением 1. Опция командной строки `-Dname=value` определяет макро `name` со значением `value`. Например:

```
mcc18 -DMODE
```

определяет макро `MODE` со значением 1, тогда как:

```
mcc18 -DMODE=2
```

определяет макро `MODE` со значением 2.

Одно из назначений опции командной строки `-D` состоит в выполнении условной компиляции кода. Например:

```
#if MODE == 1
    x = 5;
#elif MODE == 2
    x = 6;
#else
    x = 7;
#endif
```

1.2.4 Выбор процессора

По умолчанию, MPLAB C18 компилирует программу для обобщенного микроконтроллера PIC18 PICmicro. Объектный файл может быть ограничен определенным процессором опцией командной строки `-pprocessor`, где `processor` определяет применение конкретного процессора. Например, для ограничения объектного файла использованием процессора PIC18F452 должна использоваться опция командной строки `-p18f452`. Опция `-p18cxxx` явно определяет компиляцию файла для обобщенного контроллера PIC18.



1.2.5 Выбор режима

Компилятор может оперировать в одном из двух режимов: Extended¹ (расширенном) или Non-extended (нерасширенном). В расширенном режиме компилятор использует расширенный набор команд ядра (т.е. `ADDFSR`, `ADDULNK`, `CALLW`, `MOVSF`, `MOVSS`, `PUSHL`, `SUBFSR`, `SUBULNK`) а также индексную адресацию со смещением, используемую некоторыми командами для доступа к переменным, размещенным в стеке (дающими меньший размер программного кода). В нерасширенном режиме компилятор не использует данные возможности. Опции командной строки `--extended` и `--no-extended` сообщают компилятору режим работы. При использовании опции `--extended` компилятор подразумевает, что процессор, выбранный опцией `-p` поддерживает расширенный набор команд. В противном случае компиляция будет производиться для обобщенного микроконтроллера PIC18 (См. раздел 1.2.4 “Выбор процессора”). Опция `--no-extended` может использоваться с любым микроконтроллером PIC18, включая обобщенный. Если командная строка не определяет ни одной из опций `--extended` или `--no-extended` компилятор будет оперировать в нерасширенном режиме независимо от выбранного процессора. Таблица 1-2 содержит режимы работы компилятора в зависимости от определенных опций командной строки.

¹ По истечении срока действия демо-версии компилятор не позволяет работать в расширенном режиме.

ТАБЛИЦА 1-2: ВЫБОР РЕЖИМА

	<i>-p extended</i>	<i>-p no-extended</i>	<i>-p18cxx</i>	Процессор не определен
<code>--extended</code>	расширенный	ошибка	расширенный	расширенный
<code>--no-extended</code>	не-расширенный	не-расширенный	не-расширенный	не-расширенный
не определено	не-расширенный	не-расширенный	не-расширенный	не-расширенный

Замечание: Если компилятор вызывается с опцией `mcc18 --help`, выводится справка для компиляции в нерасширенном режиме, однако не все опции командной строки действительны при компиляции в Расширенном режиме. При работе компилятора в расширенном режиме для вывода справки должна использоваться командная строка `mcc18 --extended --help`.

Замечание: Остальные опции командной строки обсуждаются в разделах руководства пользователя. Перечень всех опций командной строки находится в приложении С. “Опции командной строки”.