

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук  
Департамент программной инженерии

**Согласовано**

Профессор департамента  
программной инженерии  
факультета компьютерных наук  
канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Гринкруг Е. М.  
"    "    \_\_\_\_\_ 2017 г

**Утверждаю**

Академический руководитель  
образовательной программы  
«Программная инженерия»  
профессор департамента программной  
инженерии канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Шилов В. В.  
"    "    \_\_\_\_\_ 2017 г

**ПРОГРАММАТОР МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ PIC НА ОСНОВЕ ORANGE  
PI LITE**

Программа и методика испытаний

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.509000 51 01-1

Студент группы БПИ 151 НИУ ВШЭ  
\_\_\_\_\_ Абрамов А.М.  
"    "    \_\_\_\_\_ 2017 г

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

2017

УТВЕРЖДЕНО  
RU.17701729.509000 51 01-1

**ПРОГРАММАТОР МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ PIC НА ОСНОВЕ ORANGE  
PI LITE**

Программа и методика испытаний

RU.17701729.509000 51 01-1

Листов 15

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

# Содержание

<b>1</b>	<b>Объект испытаний</b>	<b>3</b>
1.1	Наименование . . . . .	3
1.2	Область применения . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Цель испытаний</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Требования к программному изделию</b>	<b>5</b>
3.1	Требования к функциональным характеристикам . . . . .	5
3.1.1	Требования к составу выполняемых функций . . . . .	5
3.1.2	Требования к организации входных и выходных данных . . . . .	5
3.1.3	Прочие требования . . . . .	6
3.2	Требования к временным характеристикам . . . . .	6
3.3	Требования к интерфейсу . . . . .	6
3.4	Требования к надежности . . . . .	6
3.4.1	Обеспечение устойчивого функционирования программы . . . . .	6
3.4.2	Время восстановления после отказа . . . . .	6
3.4.3	Отказы из-за некорректных действий оператора . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Требования к программной документации</b>	<b>8</b>
4.1	Предварительный состав программной документации . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Средства и порядок испытаний</b>	<b>9</b>
5.1	Параметры технических средств, используемых во время испытаний . . . . .	9
5.2	Программные средства, необходимые для проведения испытаний . . . . .	9
5.3	Порядок проведения испытаний . . . . .	9
5.4	Условия проведения испытаний . . . . .	10
5.4.1	Требования к численности и квалификации персонала . . . . .	10
<b>6</b>	<b>Методы испытаний</b>	<b>11</b>
6.0.1	Проверка требований к документации . . . . .	11
6.1	Проверка требований к интерфейсу . . . . .	11
6.2	Проверка требований к функциональным характеристикам . . . . .	11
6.3	Проверка требований к надежности . . . . .	12

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

<b>7 Приложение 1. Терминология</b>	<b>13</b>
7.1 Терминология . . . . .	13
<b>8 Приложение 2. Список используемой литературы</b>	<b>14</b>
8.1 Список используемой литературы . . . . .	14

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

# 1. Объект испытаний

## 1.1. Наименование

Наименование: «Программатор микроконтроллеров PIC на основе Orange PI Lite».  
Наименование на английском: «Programmer for PIC Microcontrollers Based on Orange PI Lite».

## 1.2. Область применения

Программа и электронная схема предназначена для работы на тонком кленте Orange Pi Lite с операционной системой семейства Linux. Программа и схема могут использоваться в учебных целях для демонстрации основных компонентов необходимых для прошивки микроконтроллера. Они предоставляют новое направление использования тонкого клиента Orange Pi Lite. Ими может воспользоваться любой человек, желающий запрограммировать микроконтроллер, не имеющий на руках официального программатора, но у которого есть Orange Pi Lite. Данная программа и электронная схема могут использоваться в качестве дешевой, простой и быстрой альтернативы к покупке официального программатора.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 2. Цель испытаний

Цель проведения испытаний, - проверить, что разработанная программа соответствует требованиям к функциональности и надежности, изложенным в техническом задании к программе.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 3. Требования к программному изделию

### 3.1. Требования к функциональным характеристикам

#### 3.1.1. Требования к составу выполняемых функций

1. Чтение данных из формата INTEL HEX8M для хранения программы прошивки.
2. Возможность отдельной записи EEPROM памяти, не стирая программную память микроконтроллера.
3. Поддержка 3 линеек микроконтроллеров серии 16F: 627A / 628A / 648A.
4. Проверка входного файла на корректность.
5. Графический интерфейс для оперирования программой.
6. Интерфейс командной строки для оперирования программой.
7. Повышающий переходник с 3.3В на 5В для взаимодействия с микроконтроллером.
8. Схемотехника для платы которая позволяет подключить микроконтроллер к тонкому клиенту Orange Pi Lite.
9. Завершенные, работающие схемы на макетной плате.
10. Схемы разводки макетной платы для подключения микроконтроллера к Orange Pi Lite.

#### 3.1.2. Требования к организации входных и выходных данных

Входными данными для работы программатора являются скомпилированный файл программы, микроконтроллер подключенный к плате, а также (для обеспечения взаимодействия с пользователем) клавиатура и/или мышь. Входной файл данных может быть создан в любой среде разработки и любым компилятором поддерживающим формат INTEL HEX8M. Примером такой среды разработки является MPLAB X (<https://www.microchip.com> разработчик: коммерческая организация Microchip Ltd.).

1. Из-за огромного количества серий микроконтроллеров поддерживать их все не представляется возможным. Поэтому программа должна работать только с микроконтроллерами PIC серии 16F, конкретно с линейками 627A / 628A / 648A.
2. Файл программы должен соответствовать формату INTEL HEX8M. По сравнению с двумя другими часто встречающимися форматами INTEL HEX8S, INTEL HEX32, данный формат наиболее оптимально подходит под серию 16F. В силу того что память 14-битных микроконтроллеров не превышает 64 килобайт (здесь подходит формат HEX32) и программное слово не нуждается в разбиении на высокий и низкий байт как в 16-битных микроконтроллерах (здесь подходит формат HEX8S).
3. Пользователь должен иметь возможность модифицировать следующие входные данные в процессе работы программы в условиях графического интерфейса и перед запуском программы в командной строке:
  - (а) Указать что требуется запись EEPROM памяти без модификации программной памяти микроконтроллера.
  - (б) Указать что требуется проверить входной файл на ошибки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

- (с) Указать что требуется записать входной файл в программную память и в EEPROM память микроконтроллера.
- (d) Поменять уровень колличества сообщений выводимых программой пользователю.
- (е) Отменить процесс программирования.

Выходными данными для программатора является запрограммированный микроконтроллер, данные на экране и индикатор программирования на плате программатора.

### 3.1.3. Прочие требования

1. Поддержка изменения размеров окна.
2. Использование Qt для создания интерфейса.

## 3.2. Требования к временным характеристикам

1. Задержка между сигналом к началу программирования не должна быть меньше чем 0.001 секунда и не должна превышать 0.1 секунд для файлов программ размером меньше чем 5 килобайт.

## 3.3. Требования к интерфейсу

Интерфейс должен быть прост в использовании. Он должен предоставлять возможность

1. Прочитать данные из формата INTEL HEX8M для хранения программы прошивки.
2. Возможность запрограммировать EEPROM память, не стирая программную память микроконтроллера.
3. Проверить входной файл на корректность.

Командный интерфейс должен предоставлять те же возможности что и графический интерфейс и следовать стандартам принятым при создании интерфейсом командной строки в системе Linux.

## 3.4. Требования к надежности

### 3.4.1. Обеспечение устойчивого функционирования программы

Программа не должна вне зависимости от входных данных или действий оператора завершаться аварийно. При некорректно введенных параметрах пользователю должно отображаться сообщение об ошибке.

### 3.4.2. Время восстановления после отказа

Требования к восстановлению после отказа не предъявляются.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата



## 3.4.3. Отказы из-за некорректных действий оператора

В случае открытия файла, не соответствующему требованиям ко входным данным, пользователю должно отображаться сообщение об ошибке.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 4. Требования к программной документации

### 4.1. Предварительный состав программной документации

На испытания должна быть предоставлена документация к программе в которую в обязательном порядке должны входить следующие документы:

1. Техническое задание (ГОСТ 19.201-78)
2. Пояснительная записка (ГОСТ 19.404-79)
3. Руководство оператора (ГОСТ 19.505-79)
4. Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301-79\*)
5. Текст программы (ГОСТ 19.401-78\*)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 5. Средства и порядок испытаний

### 5.1. Параметры технических средств, используемых во время испытаний

Для оптимальной работы приложения необходимо учесть следующие системные требования:

1. Тонкий клиент Orange Pi Lite, оснащенный:
  - (a) Обязательно процессор Allwinner H3 с тактовой частотой 1 гигагерц (ГГц) или выше;
  - (b) 0.5 ГБ оперативной памяти (ОЗУ);
  - (c) 0.5 ГБ свободного места на жестком диске;
  - (d) Периферия: выход GPIO типа Raspberry Pi B+
2. Опционально: Компьютер для удаленного доступа к Orange Pi Lite, оснащенный:
  - (a) Обязательно 64-разрядный (x64) процессор с тактовой частотой 1 гигагерц (ГГц) или выше;
  - (b) 1 ГБ оперативной памяти (ОЗУ);
  - (c) 1.5 ГБ свободного места на жестком диске;
  - (d) Wifi модулем (если Orange Pi Lite подключен к сети, то можно воспользоваться и стандартным Ethernet портом) или TTL переходником для подключения к тонкому клиенту Orange Pi Lite.
3. Монитор
4. Мышь
5. Клавиатура

### 5.2. Программные средства, необходимые для проведения испытаний

Исходный код программы для контролирования программатора обязательно должен быть написан с использованием языка C. Приложению необходим тонкий клиент с операционной системой производной от Debian с версией ядра не ниже 3.1. Приложение можно запускать как с самого Orange Pi Lite, так и с компьютера имеющего удаленный доступ к Orange Pi Lite. В данном случае на удаленном компьютере и на тонком клиенте должны быть установлены программы для настроек удаленного доступа (например SSH, VNC viewer, TTY serial console). Для данных програм подходит любой дистрибутив Linux или 64-битная операционная система Windows 7 или более поздняя версия Windows.

### 5.3. Порядок проведения испытаний

Испытания должны проводиться в следующем порядке:

1. Проверка требований к документации.
2. Проверка требований к интерфейсу.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

3. Проверка требований к функциональным возможностям программы.
4. Проверка требований надежности.

#### 5.4. Условия проведения испытаний

##### 5.4.1. Требования к численности и квалификации персонала

Минимальное количество персонала, требуемого для работы программы: 1 оператор. Пользователь программы должен иметь образование не ниже среднего, обладать практическими навыками работы с компьютером и электроникой.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 6. Методы испытаний

Испытания представляют собой процесс установления соответствия программы и программной документации заданным требованиям.

### 6.0.1. Проверка требований к документации

Проверяется наличие всех документов перечисленных в пункте 4.1 данного документа и их соответствие ГОСТ.

### 6.1. Проверка требований к интерфейсу

Интерфейс соответствует схеме, указанной в техническом задании.

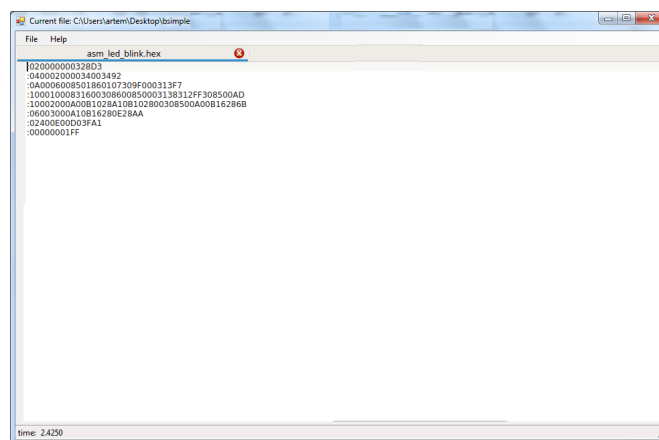


Рис. 1: Изображение интерфейса программы

Интерфейс командной строки также соответствует предъявленным требованиям.

### 6.2. Проверка требований к функциональным характеристикам

Для загрузки данных из формата INTEL HEX8M (.hex) необходимо выбрать его в меню «Open»:

Откроется диалог выбора файла:

После загрузки файла, его содержание будет отображено в центральном окне.

Также есть панель для настроек работы программы позволяющая изменять следующие параметры:

1. Указать что требуется запись EEPROM памяти без модификации программной памяти микроконтроллера.
2. Указать что требуется проверить входной файл на ошибки.
3. Указать что требуется записать входной файл в программную память и в EEPROM память микроконтроллера.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

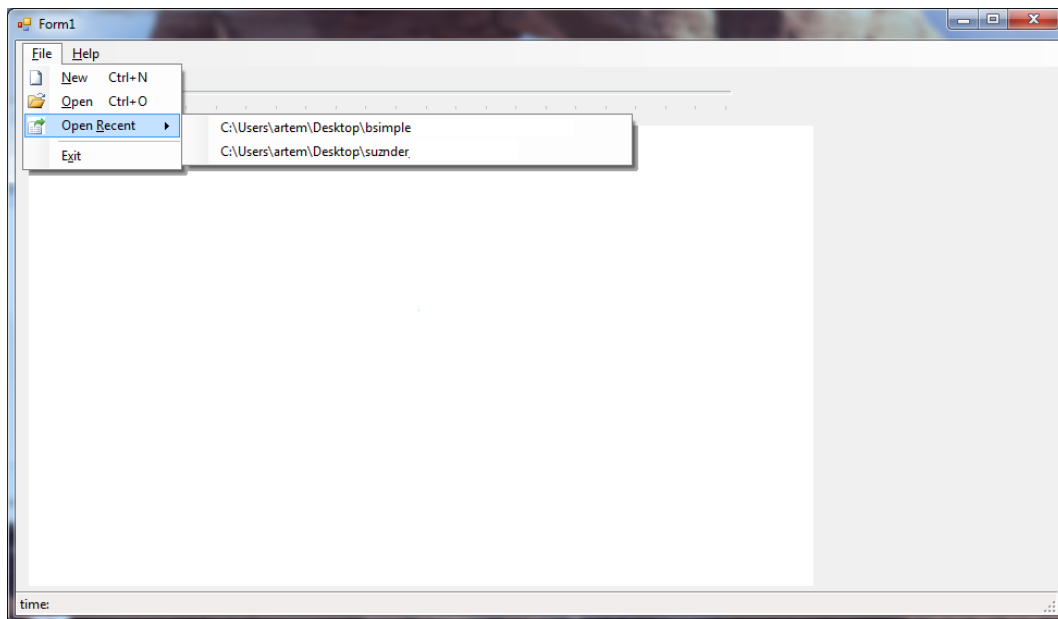


Рис. 2: Загрузка файла

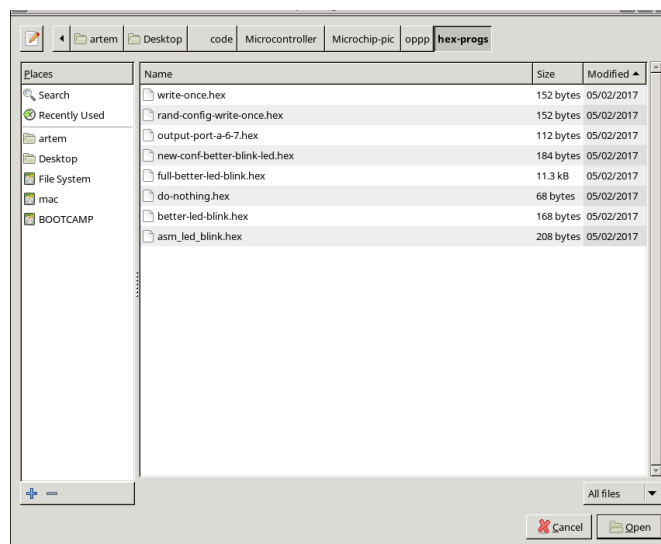


Рис. 3: Диалог выбора файла

4. Поменять уровень колличества сообщений выводимых программой пользователю.
5. Отменить процесс программирования.

Поддерживается изменение размеров окна приложения.

### 6.3. Проверка требований к надежности

Оператор должен воспользоваться всеми функциями программы и убедиться, что они не приводят к ее аварийному завершению.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 7. Приложение 1. Терминология

### 7.1. Терминология

**EEPROM** электрически стираемое перепрограммируемое ПЗУ (ЭСППЗУ), один из видов энергонезависимой памяти (таких, как PROM и EPROM). Память такого типа может стираться и заполняться данными до миллиона раз.

**Архитектура набора команд (англ. instruction set architecture, ISA)** часть архитектуры компьютера, определяющая программируемую часть ядра микропроцессора. На этом уровне определяются реализованные в микропроцессоре конкретного типа

**Язык ассемблера (англ. assembly language)** машинно-ориентированный язык низкого уровня с командами, не всегда соответствующими командам машины, который может обеспечить дополнительные возможности вроде макрокоманд.

**MPLAB** интегрированная среда разработки, представляющая собой набор программных продуктов, предназначенная для облегчения процесса создания, редактирования и отладки программ для микроконтроллеров семейства PIC, производимых компанией Microchip Technology. Среда разработки состоит из отдельных приложений, связанных друг с другом и включает в себя компилятор с языка ассемблер, текстовый редактор, программный симулятор и средства работы над проектами, также среда позволяет использовать компилятор с языка C.

**контрольный таймер, англ. Watchdog timer** аппаратно реализованная схема контроля над зависанием системы. Представляет собой таймер, который периодически сбрасывается контролируемой системой. Если сброса не произошло в течение некоторого интервала времени, происходит принудительная перезагрузка системы. В некоторых случаях сторожевой таймер может посылать системе сигнал на перезагрузку («мягкая» перезагрузка), в других же — перезагрузка происходит аппаратно (замыканием сигнального провода RST или подобного ему).

**Внутрисхемное программирование (англ. In-System Programming, сокр. ISP)** технология программирования электронных компонентов (ПЛИС, микроконтроллеры и т. п.), позволяющая программировать компонент, уже установленный в устройство. До появления этой технологии компоненты программировались перед установкой в устройство, для их перепрограммирования требовалось их извлечение из устройства.

**Универсальный асинхронный приёмопередатчик (англ. UART)** узел вычислительных устройств, предназначенный для организации связи с другими цифровыми устройствами. Преобразует передаваемые данные в последовательный вид так, чтобы было возможно передать их по одной физической цифровой линии другому аналогичному устройству. Метод преобразования хорошо стандартизован и широко применяется в компьютерной технике (особенно во встраиваемых устройствах и системах на кристалле (SoC)).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

## 8. Приложение 2. Список используемой литературы

### 8.1. Список используемой литературы

1. OpenGL Superbible: Comprehensive Tutorial and Reference (7th Edition) Graham Sellers (Author), Richard S Wright Jr. (Author), Nicholas Haemel (Author) ISBN-13: 978-0672337475
2. Порев В.Н. Компьютерная графика. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 432 с.: ил.
3. ГОСТ 19.102-77 Стадии разработки. //Единая система программной документации. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
4. ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению // Единая система программной документации. -М.:ИПК Издательство стандартов, 2001.
5. ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов //Единая система программной документации. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2.: 001.
6. ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов. //Единая система программной документации. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
7. ГОСТ 19.104-78 Основные надписи //Единая система программной документации. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
8. ГОСТ 19.105-78 Общие требования к программным документам. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата



Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 51 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата