

**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**

Техническое задание

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.509000 ТЗ 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 ТЗ 01-1

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

Техническое задание
RU.17701729.509000 ТЗ 01-1

Листов 18

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

Содержание

1 Введение	3
1.1 Наименование	3
1.2 Краткая характеристика	3
2 Основания для разработки	4
2.1 Документ, на основании которого ведется разработка	4
2.2 Наименование темы разработки	4
3 Назначение разработки	5
3.1 Функциональное назначение	5
3.2 Эксплуатационное назначение	5
4 Требования к программному изделию	6
4.1 Требования к функциональным характеристикам	6
4.1.1 Состав выполняемых функций	6
4.1.2 Организация входных и выходных данных	6
4.1.3 Прочие требования	7
4.2 Требования к временным характеристикам	7
4.3 Требования к интерфейсу	7
4.4 Требования к надежности	7
4.4.1 Обеспечение устойчивого функционирования программы	7
4.4.2 Время восстановления после отказа	7
4.4.3 Отказы из-за некорректных действий оператора	7
4.5 Требования к условиям эксплуатации	8
4.5.1 Вид обслуживания	8
4.5.2 Численность и квалификация персонала	8
4.6 Требования к составу и параметрам технических средств	8
4.7 Требования к информационной и программной совместимости	8
4.8 Требования к упаковке	9
5 Требования к программной документации	10
5.1 Предварительный состав программной документации	10

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

6	Технико-экономические показатели	11
6.1	Орентирующая экономическая эффективность	11
6.2	Экономические преимущества разработки	11
7	Стадии и этапы разработки	12
7.1	Необходимые стадии разработки	12
7.1.1	Стадия разработки технического задания:	12
7.1.2	Стадия разработки технического проекта:	12
7.1.3	Стадия разработки рабочего проекта:	12
7.2	Сроки работ и исполнители	13
8	Порядок контроля и приемки	14
8.1	Виды испытаний	14
8.2	Требования к приемке работы	14
9	Приложение 1. Терминология	15
9.1	Терминология	15
10	Приложение 2. Схема интерфейса программы	16
11	Приложение 3. Список используемой литературы	17
11.1	Список используемой литературы	17

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

1. Введение

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. Краткая характеристика

Цель работы - реализовать программатор для микроконтроллеров PIC серии 16F. В задачи работы входит расчет и инженерия электронной схемы для программирования, написание программы для управления этой схемой. Электронная схема предоставляет возможность подключить микроконтроллер PIC серии 16F к тонкому клиенту Orange Pi Lite, управлять уровнями вольтажа на 5В и на 3В и возможность проверить процесс программирования на светодиодах. Программа предоставляет пользователю командный и графический интерфейсы, чтение файлов INTEL HEX8M, возможность записать файлы программы в программную и EEPROM память микроконтроллера. В состав работы также входит создание демонстрационных исходных данных (файлов) для данного программатора и микроконтроллеров серии 16F.

Файл программы в формате INTEL HEX8M, удовлетворяющий требованиям входных данных, может быть получен в результате компиляции исходного кода одним из компиляторов для микроконтроллеров серии PIC 16F. Обычно для разработки используются пакеты предоставляющие интегрированную среду разработки. Например пакет MPLAB X (<https://www.microchip.com/>, разработчик: организация Microchip Ltd.)

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

2. Основания для разработки

2.1. Документ, на основании которого ведется разработка

Разработка программы ведется на основании приказа №6.18.1-02/1112-19 от 11.12.2015 «Об утверждении тем, руководителей курсовых работ студентов образовательной программы Программная инженерия факультета компьютерных наук» в соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению «Программная инженерия», факультета Компьютерных наук, Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

2.2. Наименование темы разработки

Наименование: «Программатор микроконтроллеров PIC на основе Orange Pi Lite».
Наименование на английском: «Programmer for PIC microcontrollers based on Orange Pi Lite».

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

3. Назначение разработки

3.1. Функциональное назначение

Функциональным назначением программы и электронной схемы является предоставление пользователю возможности загрузить программу из файла INTEL HEX8M (.hex), проинтерпретировать полученную информацию, проверить ее на наличие ошибок, стереть программную память и EEPROM память микроконтроллера, записать прочитанные данные из файла в программную память микроконтроллера, записать новые данные в EEPROM память микроконтроллера без стирания программной памяти.

3.2. Эксплуатационное назначение

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 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

4. Требования к программному изделию

4.1. Требования к функциональным характеристикам

4.1.1. Состав 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.
11. Индикатор состояния программирования на схемах.

4.1.2. Организация 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 ТЗ 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.

4.1.3. Прочие требования

1. Хранение списка недавно открытых файлов.
2. Поддержка изменения размеров окна.
3. Наличие программы для запуска из командной строки (на тонком клиенте может быть не установлена графическая оболочка)

4.2. 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.

4.3. Требования к интерфейсу

Интерфейс должен удовлетворять схеме в приложении 2. Командный интерфейс должен предоставлять те же возможности что и графический интерфейс и следовать стандартам принятым при создании интерфейсом командной строки в системе Linux.

4.4. Требования к надежности

4.4.1. 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.

4.4.2. Время восстановления после отказа

Требования к восстановлению после отказа не предъявляются.

4.4.3. 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 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

4.5. Требования к условиям эксплуатации

4.5.1. Вид обслуживания

Приложение не требует каких-либо видов обслуживания.

4.5.2. Численность и квалификация персонала

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

4.6. Требования к составу и параметрам технических средств

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

4.7. Требования к информационной и программной совместимости

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

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

viewer, TTY serial console). Для данных програм подходит любой дистрибутив Linux или 64-битная операционная система Windows 7 или более поздняя версия Windows.

4.8. Требования к упаковке

Программа поставляется в виде программного изделия на внешнем носителе информации – USB флеш накопителе. На нем должны содержаться программная документация, приложение, схемотехника для платы программатора.

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

5. Требования к программной документации

5.1. Предварительный состав программной документации

В обязательном порядке должны входить:

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 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

6. Техничко-экономические показатели

6.1. Оринтировочная экономическая эффективность

Оринтировочная экономическая эффективность не рассчитывается.

6.2. Экономические преимущества разработки

Существующими коммерческими аналогами данного приложения являются серийные программаторы компании Microchip Ltd. В силу того что схематехника и код данного программатора распространяется бесплатно, экономически выгодным аналогом к нему являются известный программатор K150 (подключающийся к компьютеру через USB), а также разнообразные схемы основанные на портах LDP (для принтера) и COM портах. Однако схематехника K150 в несколько раз сложнее, к тому же для его работы требуются два уже заранее запрограммированных микроконтроллера, поэтому собрать его в домашних условиях невозможно (требуется приобрести 2 уже запрограммированных микроконтроллера). Варианты основанные на портах LDP и COM также не подходят поскольку эти порты морально устарели и все реже и реже присутствуют на современных компьютерах. Данная разработка позволяет использовать современный и актуальный тонкий клиент Orange Pi Lite в качестве программатора микроконтроллеров, к тому же все части для сборки программатора стоят гораздо дешевле чем покупка официального прибора от Microchip, и наконец они предельно просты и позволяют сборку программатора в домашних условиях.

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

7. Стадии и этапы разработки

7.1. Необходимые стадии разработки

7.1.1. Стадия разработки технического задания:

1. Этап обоснования необходимости разработки программы:
 - (a) постановка задачи.
 - (b) сбор исходных материалов.
2. Этап разработки и утверждения технического задания:
 - (a) определение требований к программе.
 - (b) определение стадий, этапов и сроков разработки программы и документации на нее.
 - (c) согласование и утверждение технического задания.

7.1.2. Стадия разработки технического проекта:

1. Этап разработки технического проекта:
 - (a) разработка структуры и архитектуры программы.
 - (b) окончательное определение конфигурации технических средств.
2. Этап утверждения технического проекта:
 - (a) разработка плана мероприятий по разработке программы
 - (b) разработка пояснительной записки.

7.1.3. Стадия разработки рабочего проекта:

1. Этап разработки программы:
 - (a) непосредственное программирование и отладка программы.
2. Этап разработки программной документации:
 - (a) разработка следующих программных документов в соответствии с требованиями: техническое задание, пояснительная записка, руководство оператора, программа и методика испытания, текст программы, все в соответствии с требованиями ГОСТ 19.101-77.
3. Этап испытания программы:
 - (a) разработка, согласование и утверждение программы и методики испытаний.
 - (b) испытания программы.
 - (c) защита презентации, сдача разработанной документации.
 - (d) корректировка программы и программной документации по результатам испытаний.

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

7.2. Сроки работ и исполнители

Программатор должен быть разработан к 10 мая 2017 года, студентом группы БПИ151 Абрамовым Артемом.

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

8. Порядок контроля и приемки

8.1. Виды испытаний

Контроль и приемка разработки осуществляются в соответствии с разработанным исполнителем и согласованным с заказчиком документом «Программатор микроконтроллеров PIC на основе Orange Pi Lite» Программа и методика испытаний по (ГОСТ 19.301-79*).

8.2. Требования к приемке работы

Акт приемки-сдачи программы между исполнителем и заказчиком в эксплуатацию происходит при полной работоспособности программы, при выполнении указанных в настоящем документе функций и требований, при наличии документации к программе, выполненной в соответствии с требованиями настоящего технического задания.

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

9. Приложение 1. Терминология

9.1. 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 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

10. Приложение 2. Схема интерфейса программы

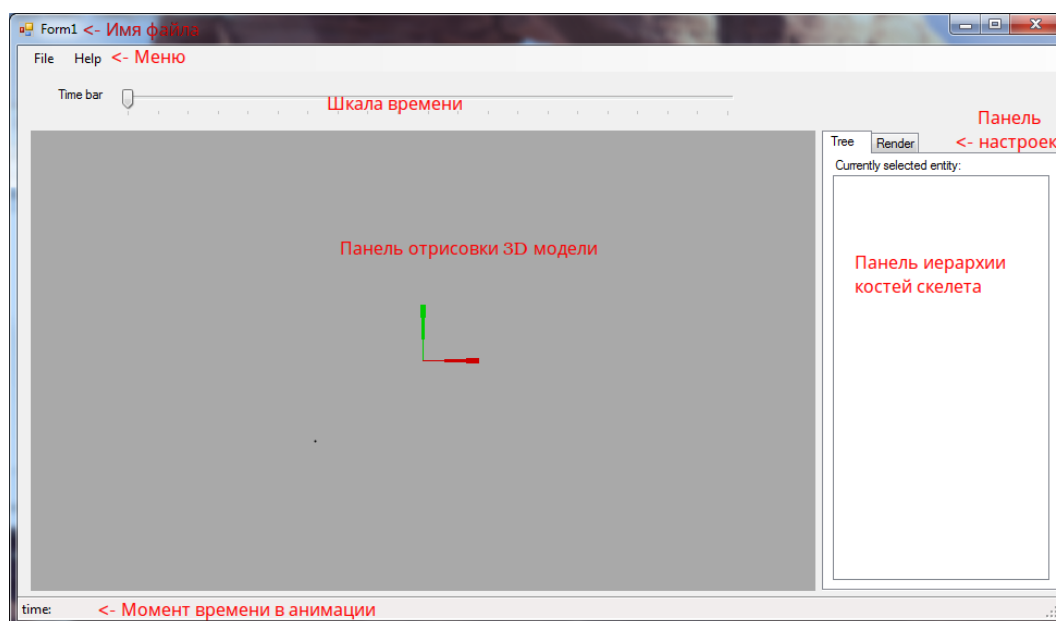


Рис. 1: Схема интерфейса

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

11. Приложение 3. Список используемой литературы

11.1. Список используемой литературы

1. DS40044G PIC16F627A/628A/648A Data Sheet
Microchip Ltd.
www.microchip.com
2. DS33014L MPASM Assembler, MPLINK Object Linker, MPLIB Object Librarian User's Guide
Microchip Ltd.
www.microchip.com
3. DS33023A PICmicro Mid-Range MCU Family Reference Manual
Microchip Ltd.
www.microchip.com
4. DS41196G PIC16F627A/628A/648A EEPROM Memory Programming Specification
Microchip Ltd.
www.microchip.com
5. Schematics Index ORANGE PI Lite Ver 1.1
Orange Pi
www.orangepi.com
6. Version 1.2 Allwinner H3 Datasheet Quad-Core OTT Box Processor
Allwinner Ltd.
www.allwinnertech.com

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
RU.17701729.509000 T3 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 ТЗ 01-1				
Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата