

Отладочная плата

HELPER

Slave-модуль

LDM-HELPER-uSDR

(Программно определяемая радиосистема)

СДЕЛАНО В РОССИИ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Состав модуля	4
2 Основные технические характеристики модуля	5
3 Маркировка и опции	6
4 Описание и работа	7
4.1 Принципиальная электрическая схема	7
4.2 Питание и настройка перемычек	8
4.3 Создание простейшего проекта	9
4.4 Программирование .jam - файлов	15
4.5 Демонстрационный проект	19
4.6 Комплектация:	21
4.7 Монтажные чертежи	22
4.8 Трассировка по слоям	23
4.9 Присоединительные размеры	26
5 Эксплуатация, хранение и транспортирование	27

ВВЕДЕНИЕ

Модуль LDM-HELPER-uSDR предназначен для разработки и отладки аппаратно-программного обеспечения при проектировании систем формирования и обработки аналоговой или цифровой информации. Модуль может быть использован при проектировании:

- кодеров или декодеров аудиосигнала, например, a-law или u-law;
- цифровых приёмных, передающих или приемопередающих устройств, например, при разработке систем, работающих с амплитудной, частотной или фазовой модуляцией;
- моделировании систем простейшей эхолокации;
- моделировании систем приёма и передачи цифровых данных по радиоканалу, в т.ч. с сигналами типа VDL-2 или VDL-4;
- а также многие задачи, которые не описаны в данном документе.

В семействе HELPER модуль занимает особое место, т.к. может выступать в роли как ведущей платы, так и ведомой.

Общий вид платы приведен на рисунке 1.

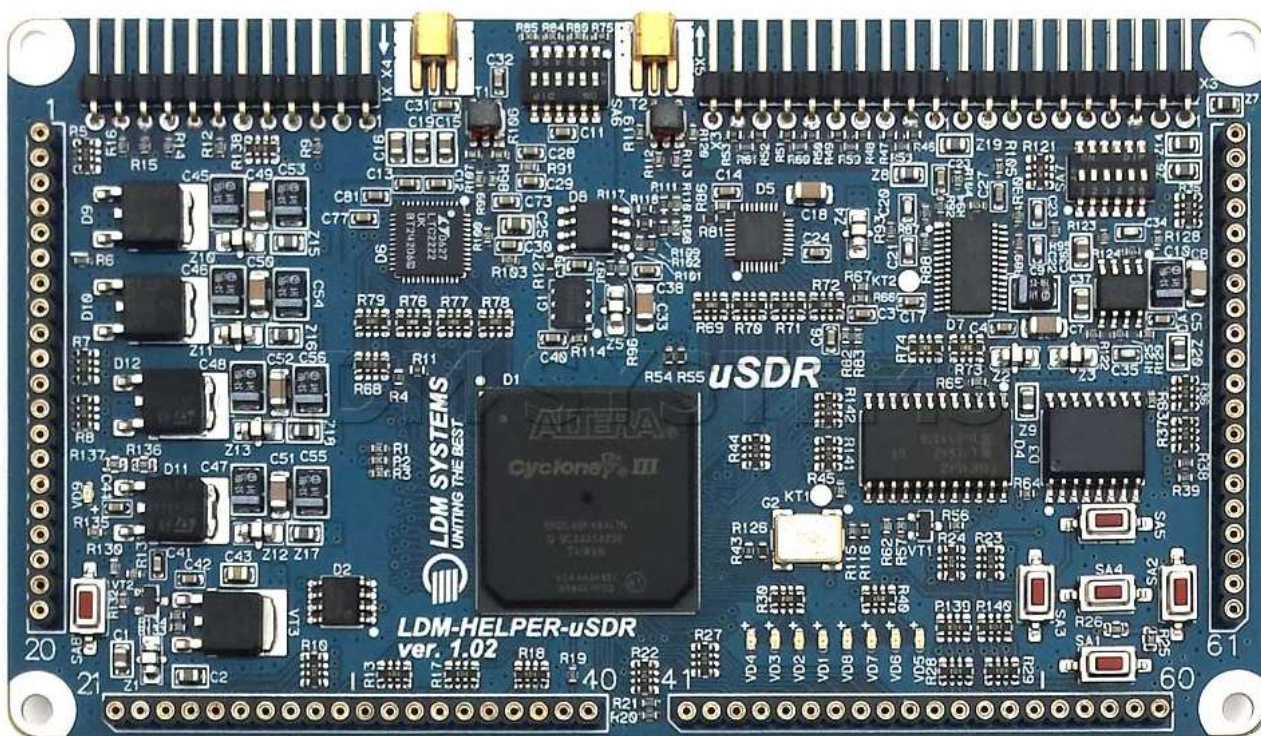


Рисунок 1. Общий вид платы LDM-HELPER-uSDR-FULL

1 Состав модуля

Аналого-цифровой преобразователь (далее - АЦП). Предназначен для преобразования аналогового сигнала в цифровой поток данных. Цифровые выходы подключены непосредственно к ПЛИС, поэтому метод снижения или повышения частоты дискретизации определяет сам потребитель. Такая конструкция не только занимает значительно меньше места на печатной плате, но и не ограничивает пользователя в выборе методов обработки цифровой информации.

Непосредственно на входе АЦП установлен аналоговый аттенюатор (резисторы R114...R116), с ослаблением в 1дБ. Потребитель может использовать его как в качестве согласующей цепи, так и для увеличения максимального уровня входного сигнала.

Следует особо отметить, что, поскольку на входе АЦП не установлены антиалиасинговые фильтры, при проектировании приёмных устройств задача устранения наложения спектров, после дискретизации сигнала, возлагается на потребителя. Такой подход даёт возможность самому потребителю определять, на каком именно «зеркале» АЦП вести обработку информации и соответственно оценивать уровень сложности входных аналоговых фильтров, которые зачастую при моделировании могут иметь весьма простую реализацию.

Цифро-аналоговый преобразователь (далее - ЦАП). Предназначен для преобразования цифрового потока данных в сигнал аналоговой формы. Также, как и в случае с АЦП, задача фильтрации целиком и полностью возлагается на потребителя. Поскольку выходные фильтры на модуле отсутствуют, то выходной сигнал ЦАП имеет ряд гармоник, которые, при установке соответствующих полосовых фильтров, можно использовать в качестве основного сигнала.

Программируемая Логическая Интегральная Схема (далее - ПЛИС). Предназначена для формирования и обработки цифровых сигналов, в числе которых могут быть и сигналы управления. В качестве источников информационных данных на плате могут быть АЦП, ЦАП, а также двухканальный аудиокодек. В качестве сигналов управления могут быть использованы:

При подключении к базовой плате типа LDM-HELPER-MB501 – сигналы от RS-232, RS-485, мыши, клавиатуры, энкодера, а также внешних кнопок управления.

Непосредственно на плате к отдельному разъёму подключены LVDS – порты ПЛИС. Всего используется 4 пары, поэтому их конфигурацию определяет непосредственно потребитель. Данный интерфейс, ввиду отсутствия промежуточных

приёмопередатчиков, целесообразнее использовать для объединения нескольких плат в единый модуль и синхронизации или обмена данными между ними.

В качестве средств индикации могут быть использованы светодиоды, подключённые непосредственно к портам ПЛИС. При работе в составе с платой LDM-HELPER-MB501 в качестве средств отображения информации могут выступать светодиоды платы, LCD или TFT индикаторы, а также интерфейс VGA.

Двухканальный аудиокodeк. Классический связной аудиокodeк от Analog Devices. Предназначен для ввода/вывода аналоговой информации с частотой дискретизации до 64 кбит/сек, которой достаточно для вывода или обработки речевой информации. При работе в составе с платой LDM-HELPER-MB501 могут использоваться оба микрофонных усилителя, что даёт возможность обработки стереосигналов.

Микросхема флэш-памяти. Предназначена для хранения до 16-ти прошивок ПЛИС пользователя. Подобная система может быть построена двумя способами – при использовании soft-процессоров типа NIOS или использовании внешней платы, содержащей МК и подключённой к разъёму интерфейса JTAG.

Разъём JTAG. Предназначен для загрузки ПО в ПЛИС. Дополнительно на разъём выведены 4 вывода от ПЛИС, позволяющие вести информационный обмен на низких скоростях с внешними устройствами. На разъёме присутствует сигнал SHDNext, позволяющий выполнять сброс питания всего модуля.

2 Основные технические характеристики модуля

Параметр	Значение
Тип	Slave-модуль
Архитектура	Аудиокodeк-ПЛИС-ЦАП-АЦП
Габаритные размеры (ДхШхВ)	130x74x8 мм
Макетное поле (шаг 2.54 мм)	Нет
Напряжение питания платы	+5 В±10%
Напряжение питания ПЛИС	3.3 В, 2.5 В, 1.2 В
ПЛИС	FPGA Intel EP3C40F484
АЦП	LTC2222 11-Bit 105 MSPS
ЦАП	AD9744ACP 14-Bit 210 MSPS
Тактовый генератор	100 МГц
Количество линий I/O	74
Аудиокodeк	AD73322LARU 16-Bit 64 kHz
LED индикаторы выходов	8
Кнопки входных линий	5

3 Маркировка и опции

Модуль имеет маркировку **LDM-HELPER-uSDR-FULL**

4.1 Принципиальная электрическая схема



4.2 Питание и настройка перемычек

Питание slave-модуля LDM-HELPER-uSDR осуществляется от постоянного стабилизированного источника с напряжением +5 В, 0.5÷1 А (выводы Vin 22,23 X2). В таблице 1 приведены режимы включения джамперов, переключателей и их функции. Программирование платы производится через разъем X1 посредством загрузочных кабелей LDM-USB-Blaster или LDM-PB 2.01. Для удобства подключения загрузочного кабеля отдельно приобретается переходник LDM-ADAP-JTAG Altera (Рисунок 2).

Таблица 1

Режимы включения джамперов и их функции

Джампер	Положение	Функционал
X1	-	Разъем для подключения загрузочного кабеля JTAG через переходник LDM-ADAP-JTAG Altera
X2	-	Межплатные разъемы модуля
X3	-	Разъем пользовательских выводов LVDS
X4	-	Разъем ММХС-КНТС антенны приемника (АЦП)
X5	-	Разъем ММХС-КНТС антенны передатчика (ЦАП)
X6	-	Разъем подключения аудио входов и выходов
X7	-	Контактная площадка на вывод CLK7 ПЛИС
SA1...SA5	-	Пользовательские кнопки
SA6	-	Переключатели выбора режима работы АЦП
SA7	-	Переключатели выбора источника аудио входов и выходов
SA8	-	Кнопка сброса питания

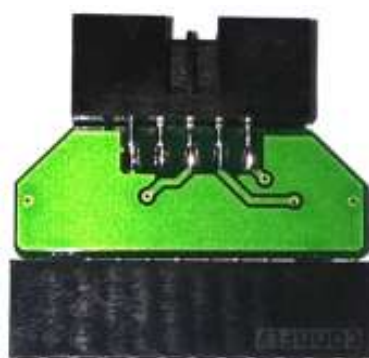


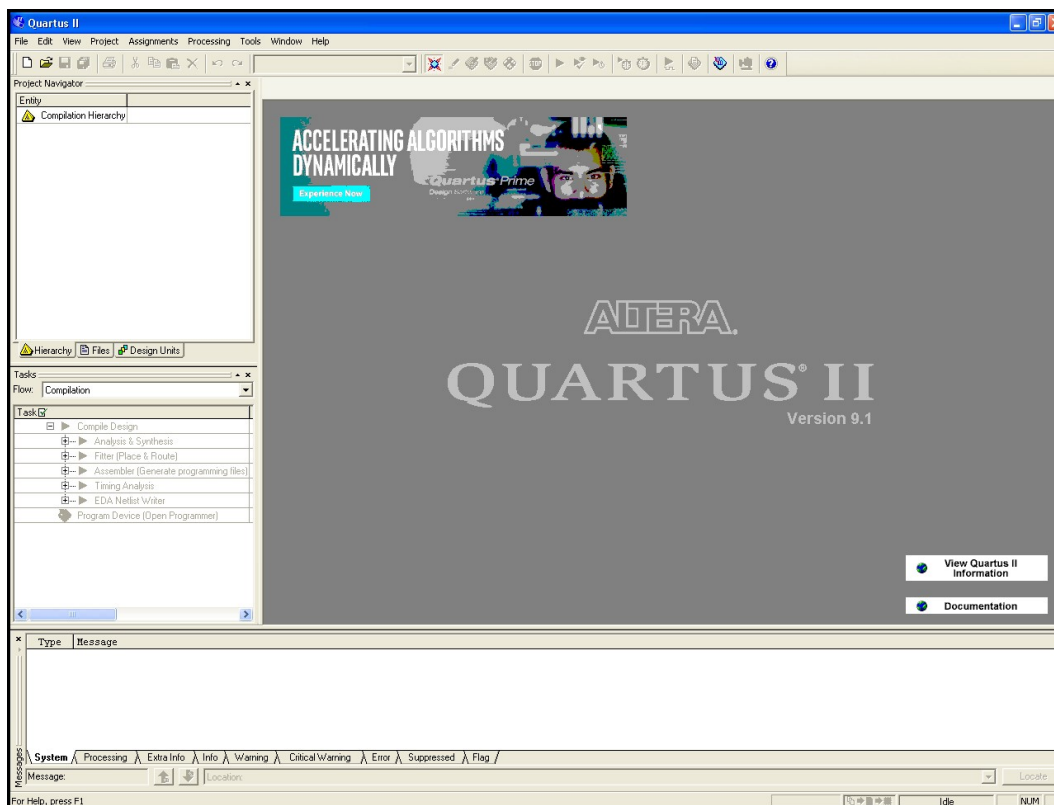
Рисунок 2. Вид переходника LDM-ADAP-JTAG Altera для подключения загрузочного кабеля LDM-USB-Blaster, LDM-PB 2.01 или аналогов

4.3 Создание простейшего проекта

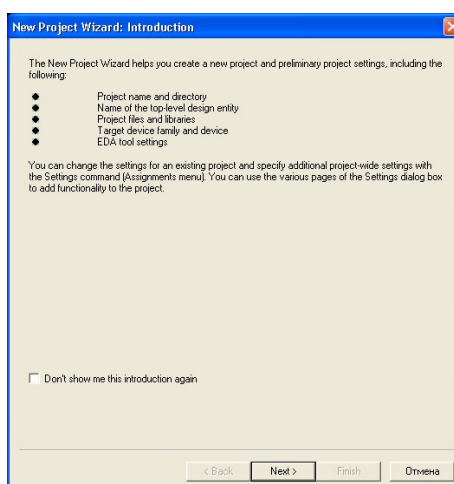
Скачиваем дистрибутив с WEB-версией среды разработки Quartus II v 9.1sp2 или выше по адресу:

<https://www.intel.com/content/www/us/en/programmable/downloads/download-center.html>

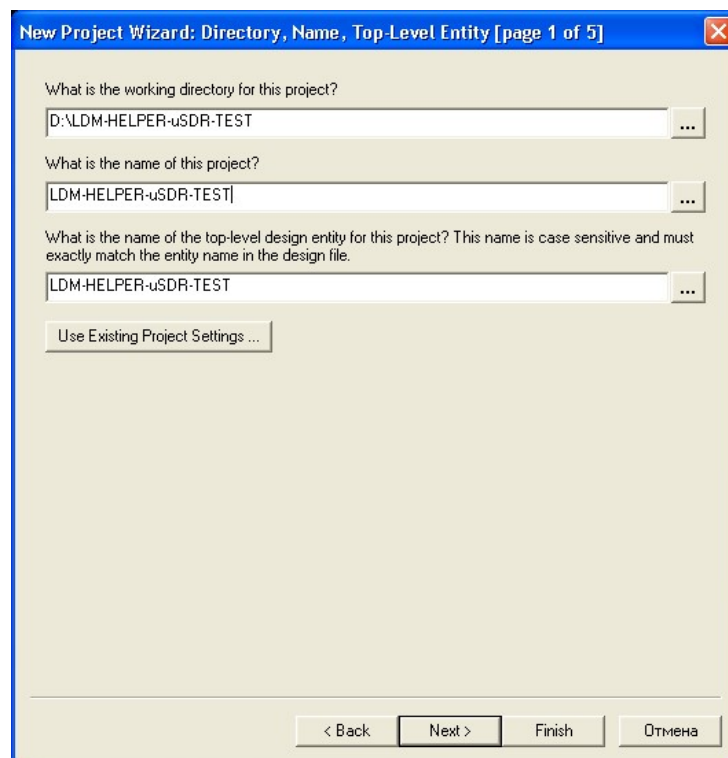
После установки выполняем запуск. Появляется окно:



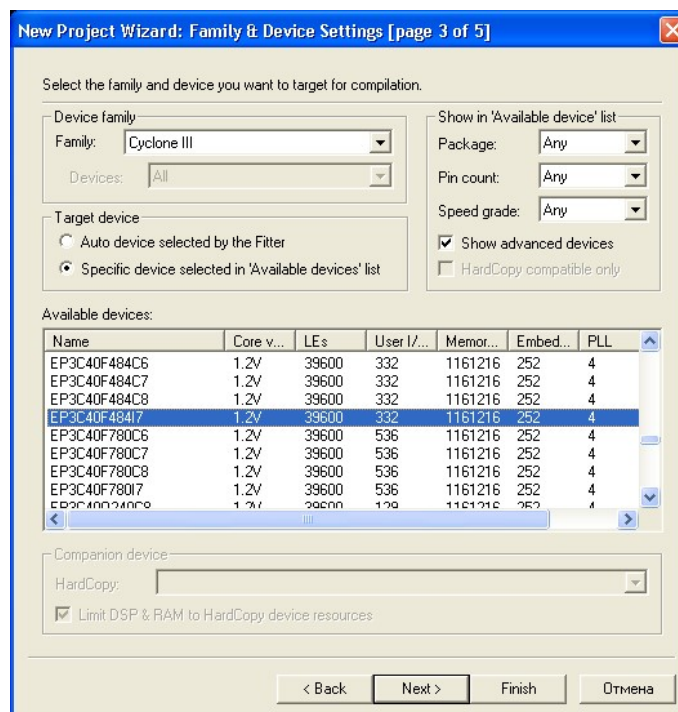
В меню «File» выбираем «New Project Wizard...», появилось окно:



Жмём «Next >», появилось окно:



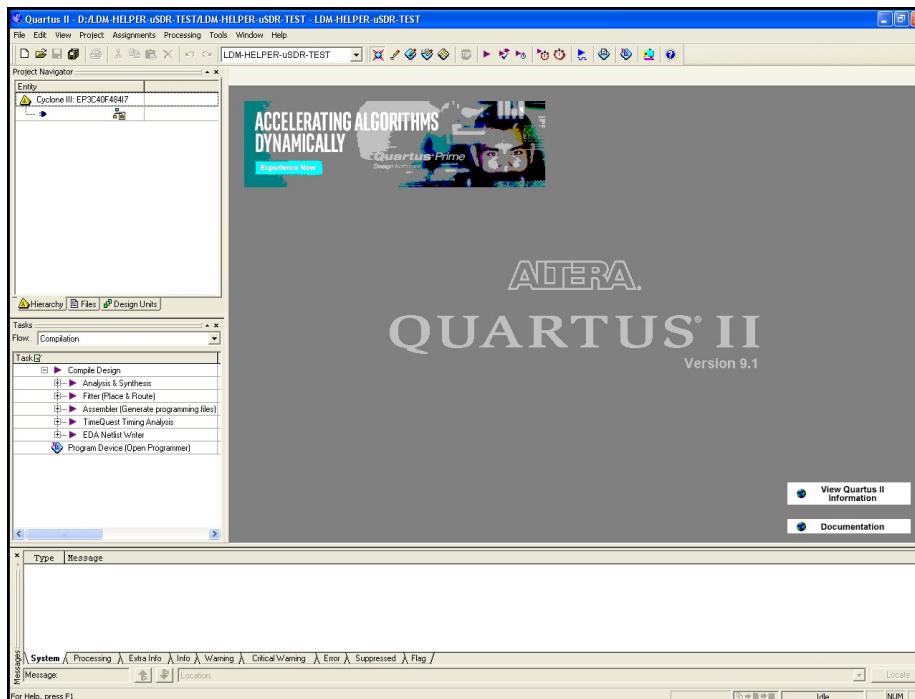
Вводим путь к папке, где будут храниться файлы проекта, имя проекта и имя головного файла проекта. Выполнили, жмём «Next >», появилось окно, которое предлагает включить в проект дополнительные файлы. Нажимаем ещё раз «Next >», после чего появилось окно:



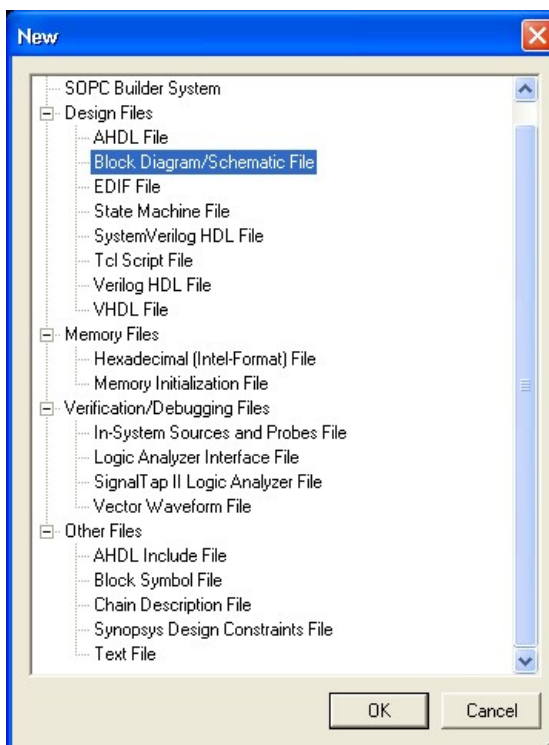
Выбираем маркировку ПЛИС из семейства Cyclone III, которая установлена на плате (EP3C40F484I7N). После чего жмем «Next >».

Появилось окно, в котором предлагают выбрать дополнительные средства симуляции и синтеза. Нам это не требуется, поэтому ещё раз жмём «Next >», а затем «Finish».

Появилось окно проекта:

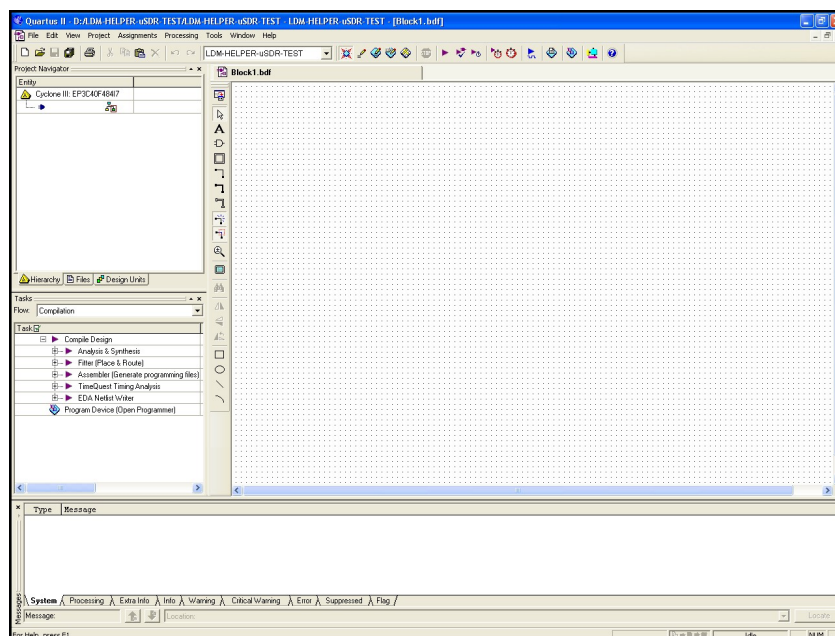


В меню «File», выбираем «New...», где в появившемся окне:

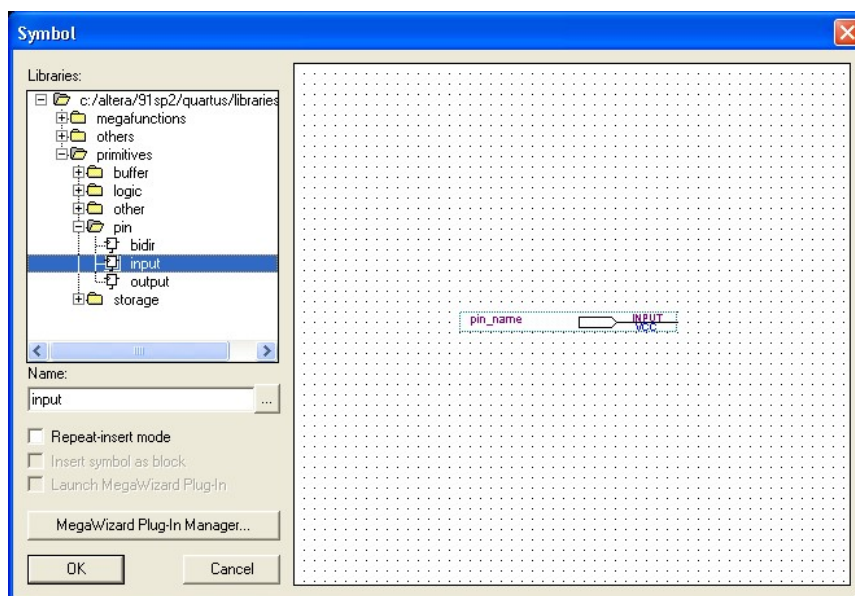


выбираем «Block Diagram/Schematic File» и нажимаем «OK»

Появилось окно схемотехнического описания проекта:

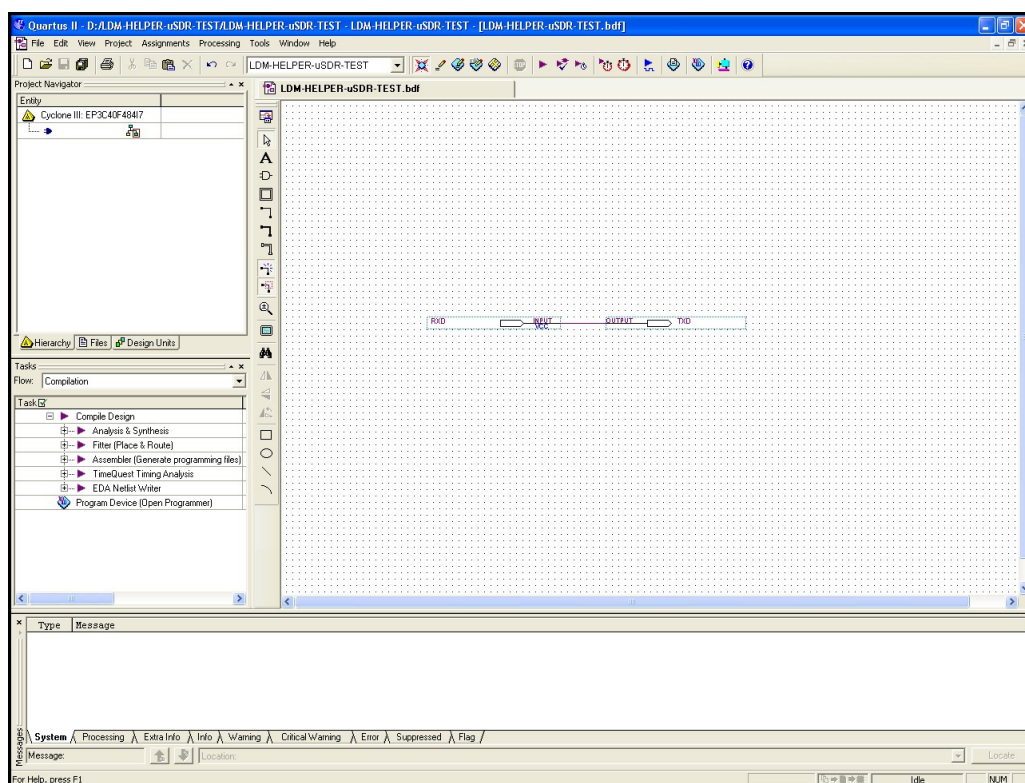


Далее добавим два порта ввода-вывода. Для этого двойным щелчком левой кнопки мыши (далее - ЛКМ) или через меню «Edit», пункт «Insert Symbol...». В появившемся окне:

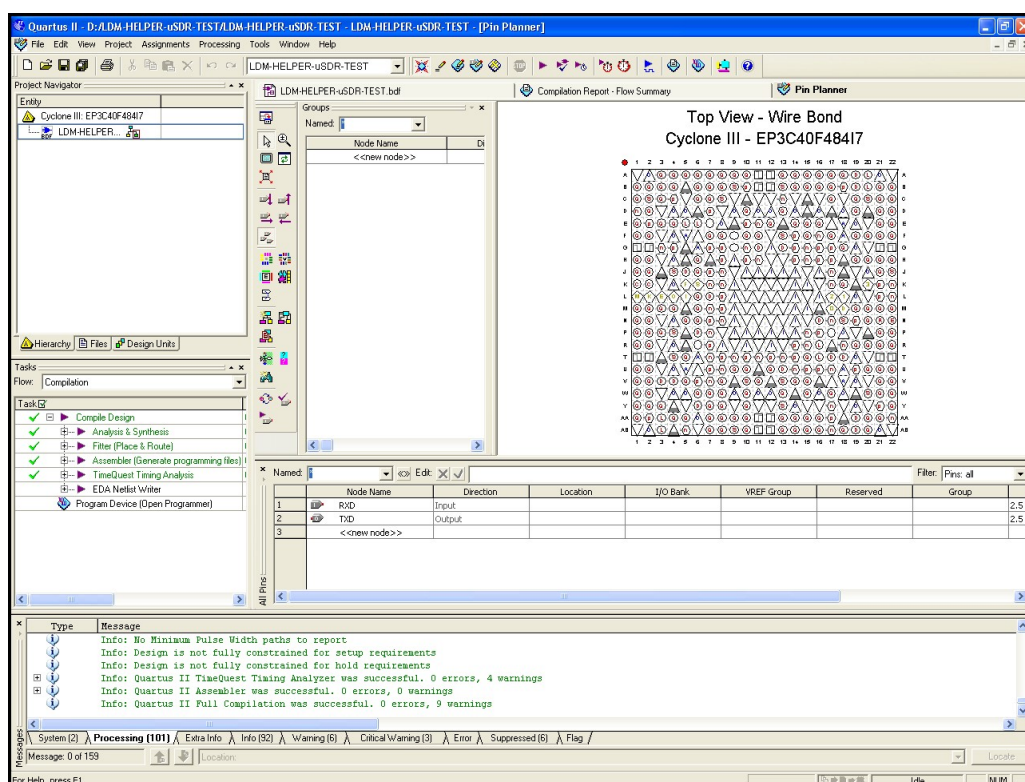


выбираем «input» и нажимаем «OK». Для дальнейшего примера потребуется один «вход» и один «выход», поэтому по аналогии добавляем их на схему. В качестве примера будут использованы порты для работы с UART, поэтому называем входной порт «RXD», а выходной «TXD».

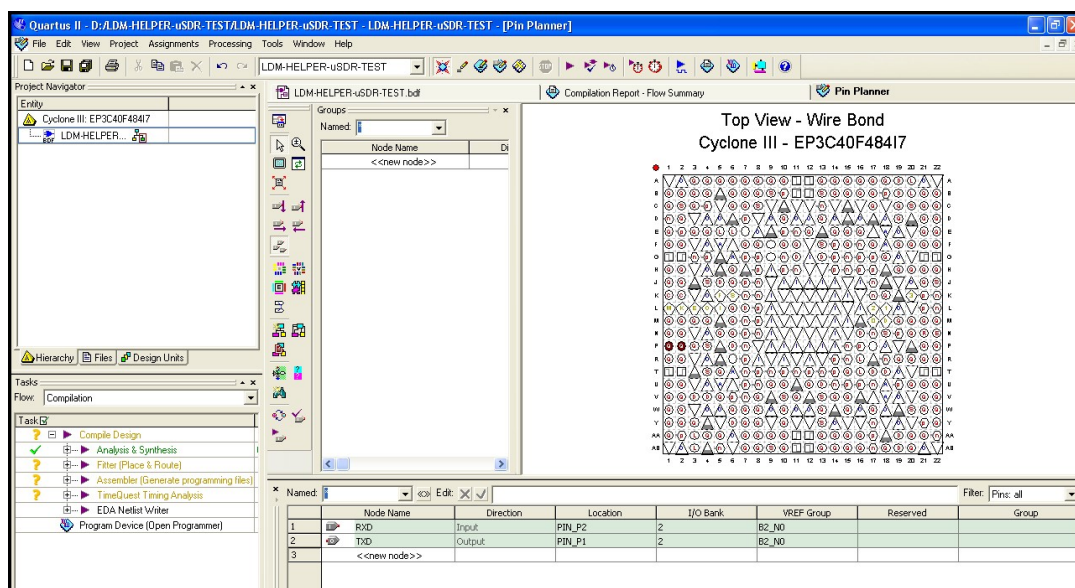
В результате схема выглядит следующим образом:



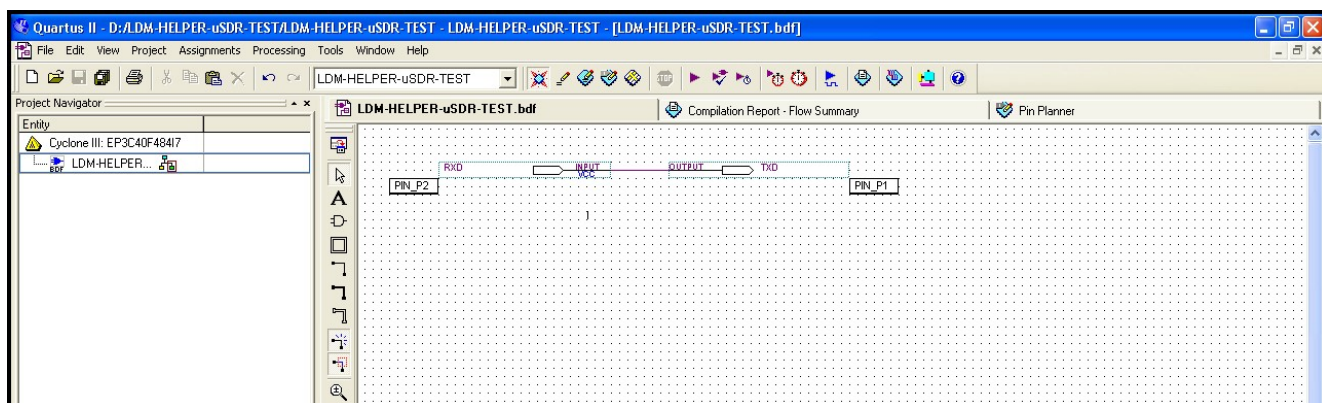
Соединяем их проводником, и в меню «Processing» нажимаем «Start Compilation». После завершения компиляции проекта необходимо обеспечить привязку наших портов ввода-вывода к реальным выводам микросхемы, для этого запускаем «Pin planner» через меню «Assignments»:



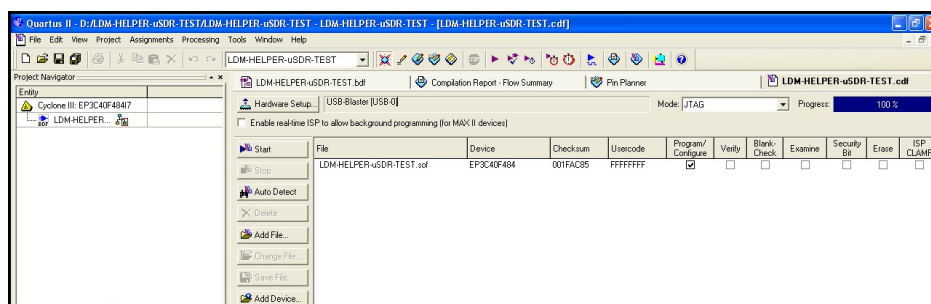
Открываем схему отладочной платы LDM-HELPER-uSDR. На схеме видим, что порт «RXD0» подключён к выводу P2, а порт «TXD0» подключен к выводу P1 ПЛИС. Соответственно в колонке «Location» их и указываем:



В результате схема примет следующий вид:



Снова нажимаем «Start Compilation». После успешной компиляции, через меню «Tools», открываем «Programmer»



После чего нажимаем «Start». В результате, при подключении RS-232 к интерфейсам RXD0 и TXD0, соответственно, получится эхо-ответ на принимаемые данные.

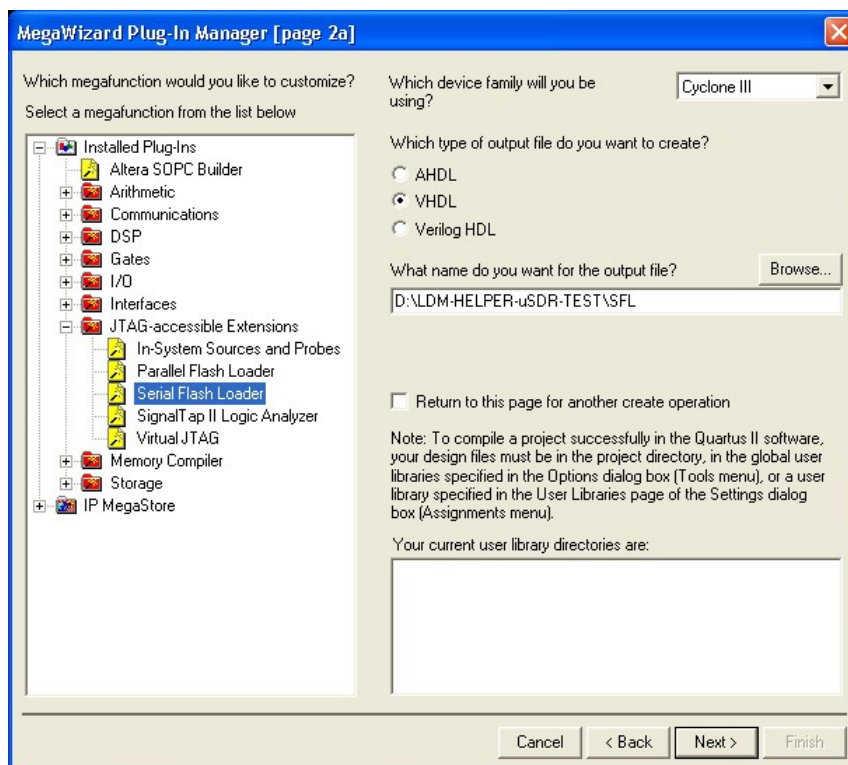
4.4 Программирование .jam - файлов

В предыдущем разделе была показана возможность создания простейшего проекта для модуля LDM-HELPER-uSDR. В то же время, загружая в ПЛИС файлы с расширением .SOF, необходимо помнить, что после сброса питания, ПЛИС будет вновь пустой. Для того чтобы при сбросе питания ПЛИС начинала загрузку непосредственно с РПЗУ EPCS16SI8N, в проекте необходимо сформировать .JAM-файлы.

Вначале необходимо добавить на схмотехническое поле проекта загрузчик. Для этого в меню «Tools» выбираем «MegaWizard Plug-In Manager», появилось окно:

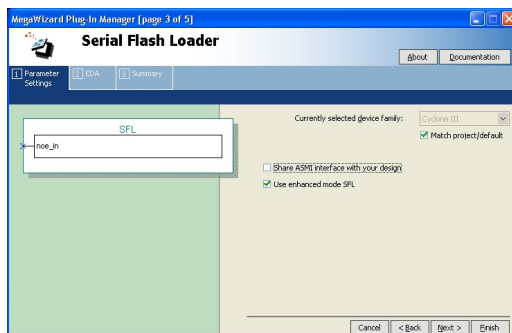


Жмём «Next >», появилось окно:

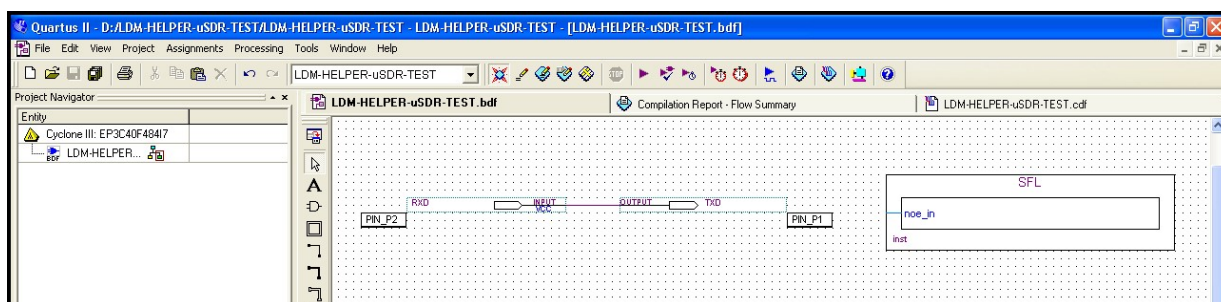


где в разделе «JTAG-accessible Extentions» выбираем «Serial Flash Loader», а в графе «What name do you want for the output file?» указываем произвольное имя создаваемого модуля, в нашем случае - это «SFL», после чего жмём «Next >».

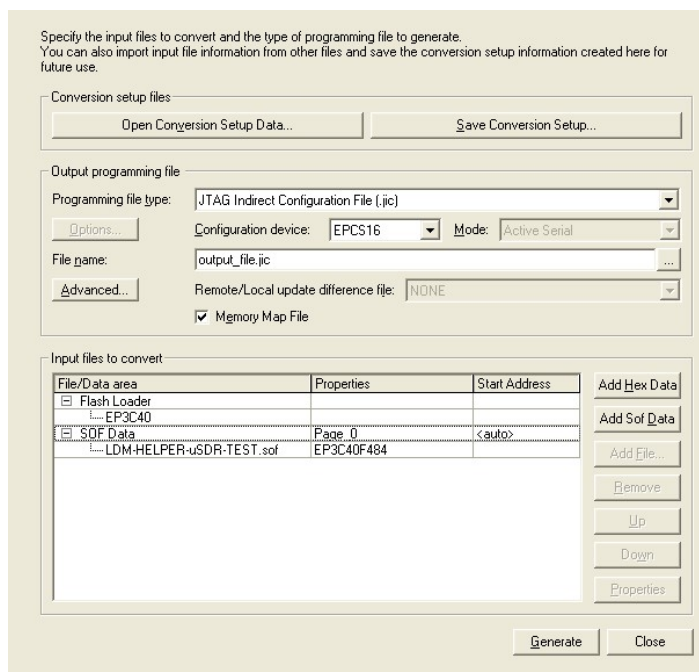
Появилось окно:



Жмём «Next >», «Next >» и «Finish», после чего будет предложено добавить новый модуль на схему проекта. Соглашаемся, в результате схема примет следующий вид:



Выполняем компиляцию проекта, после чего в меню «File» выбираем «Convert Programming Files...», появилось окно:

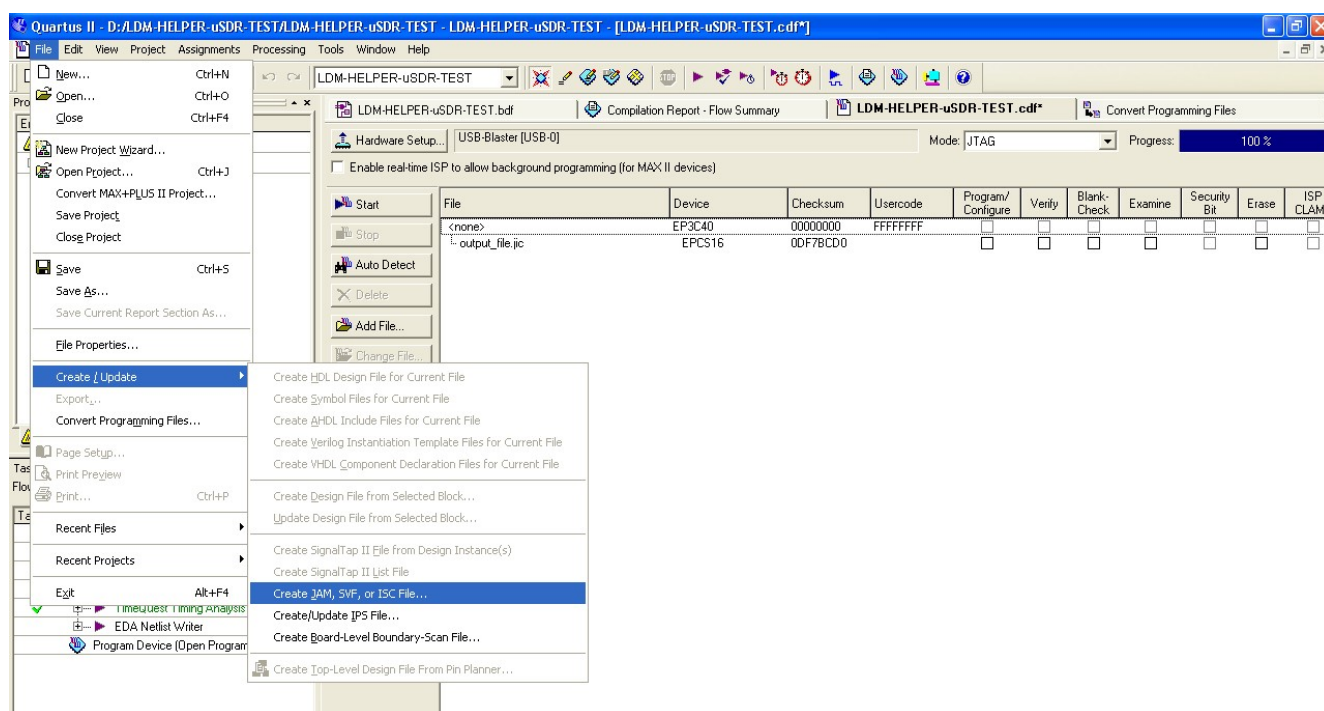


Напротив «Programming file type» выбираем «JTAG Indirect Configuration File (.jic)», в меню «Configuration Device» выбираем «EPCS16», в разделе «Flash Loader», через появляющуюся кнопку «Add Device...», указываем на наш тип микросхемы, т.е. «EP3C40», а в разделе «SOF Data», через кнопку «Add File...», добавляем наш файл с расширением .sof.

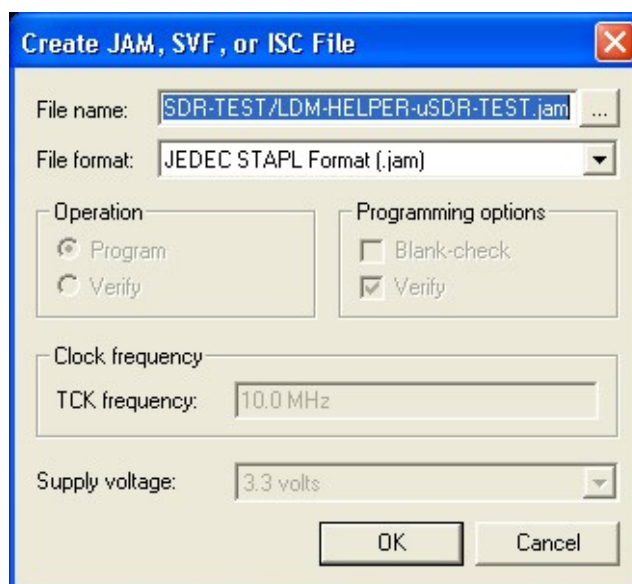
Жмём «Generate».

Переходим в «Programmer», где удаляем наш .sof – файл и через кнопку «Add file...» добавляем получившийся в результате конвертации «output_file.jic».

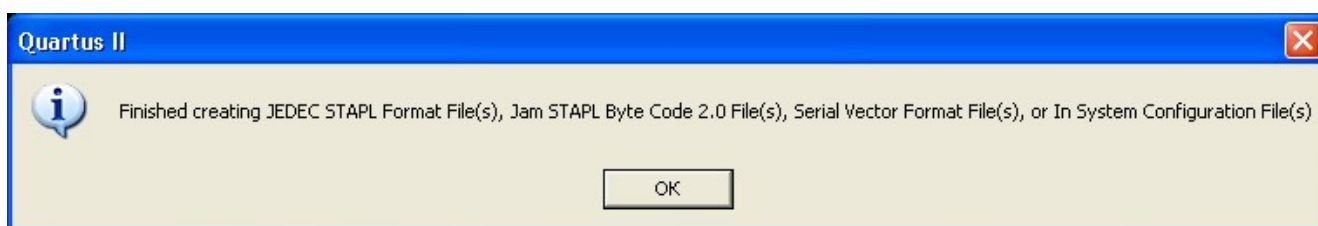
Далее в меню «File» выбираем пункт «Create / Update», где в подменю выбираем «Create JAM, SVF, or ISC File...»



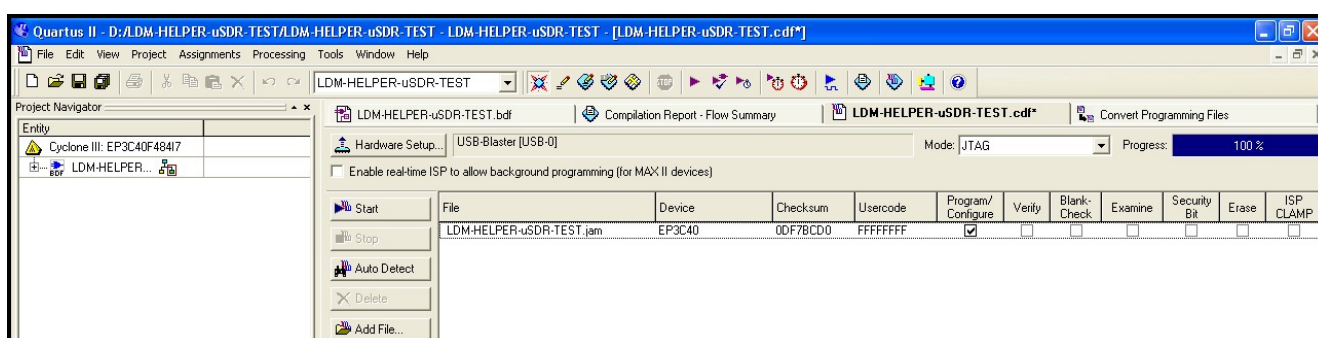
Появилось окно:



Жмём «OK», после чего получаем сообщение:



Далее в окне «Programmer» удаляем наш «output_file.jic», и через кнопку «Add File...»



добавляем получившийся LDM-HELPER-uSDR-TEST.jam файл, после чего нажимаем кнопку «Start».

Теперь, после сброса питания, будет всегда загружаться созданный нами и откомпилированный проект.

4.5 Демонстрационный проект

Демонстрационный проект для платы LDM-HELPER-uSDR представляет собой эскизную версию АМ/ЧМ приёмника и ЧМ – передатчика. Ниже, на рисунке 3 показана схема соединений модуля LDM-HELPER-uSDR и базовой платы LDM-HELPER-MB501.

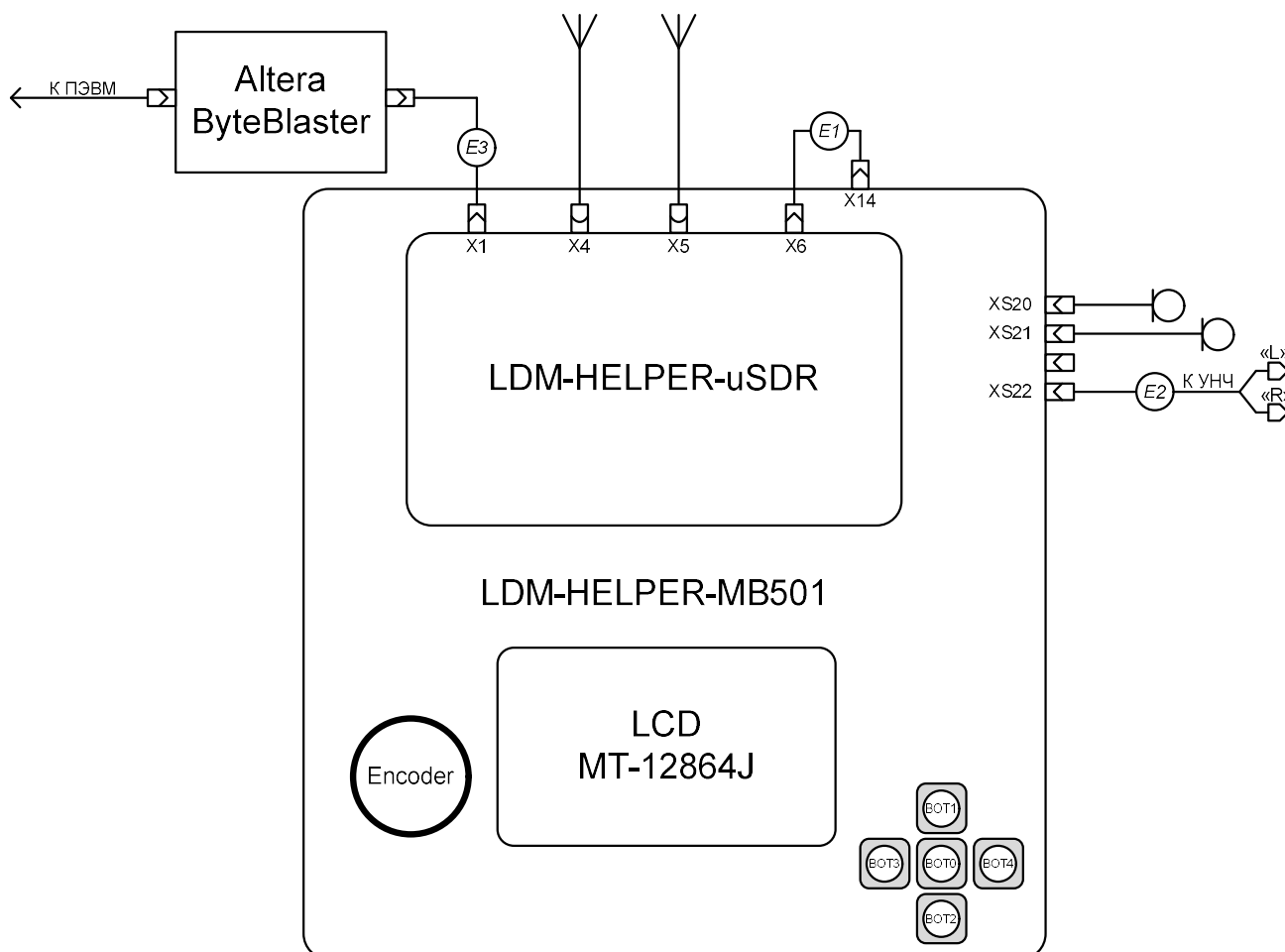


Рисунок 3. Схема соединений модуля и базовой платы

На схеме приведены элементы соединения E1...E3 между платами. Где E1 – переходник LDM-ADAP-JTAG Altera (Рисунок 2) между платой LDM-HELPER-uSDR и LDM-USB-Blaster, E2 – гарнитура (наушники или колонки с услителем), E3 – переходник между разъемом X6 (uSDR) и X14 (MB501). Схемы переходников E1 и E3 приведены на рисунке 4. К разъемам платы MB501 XS20 или XS21 необходимо подключить микрофон.

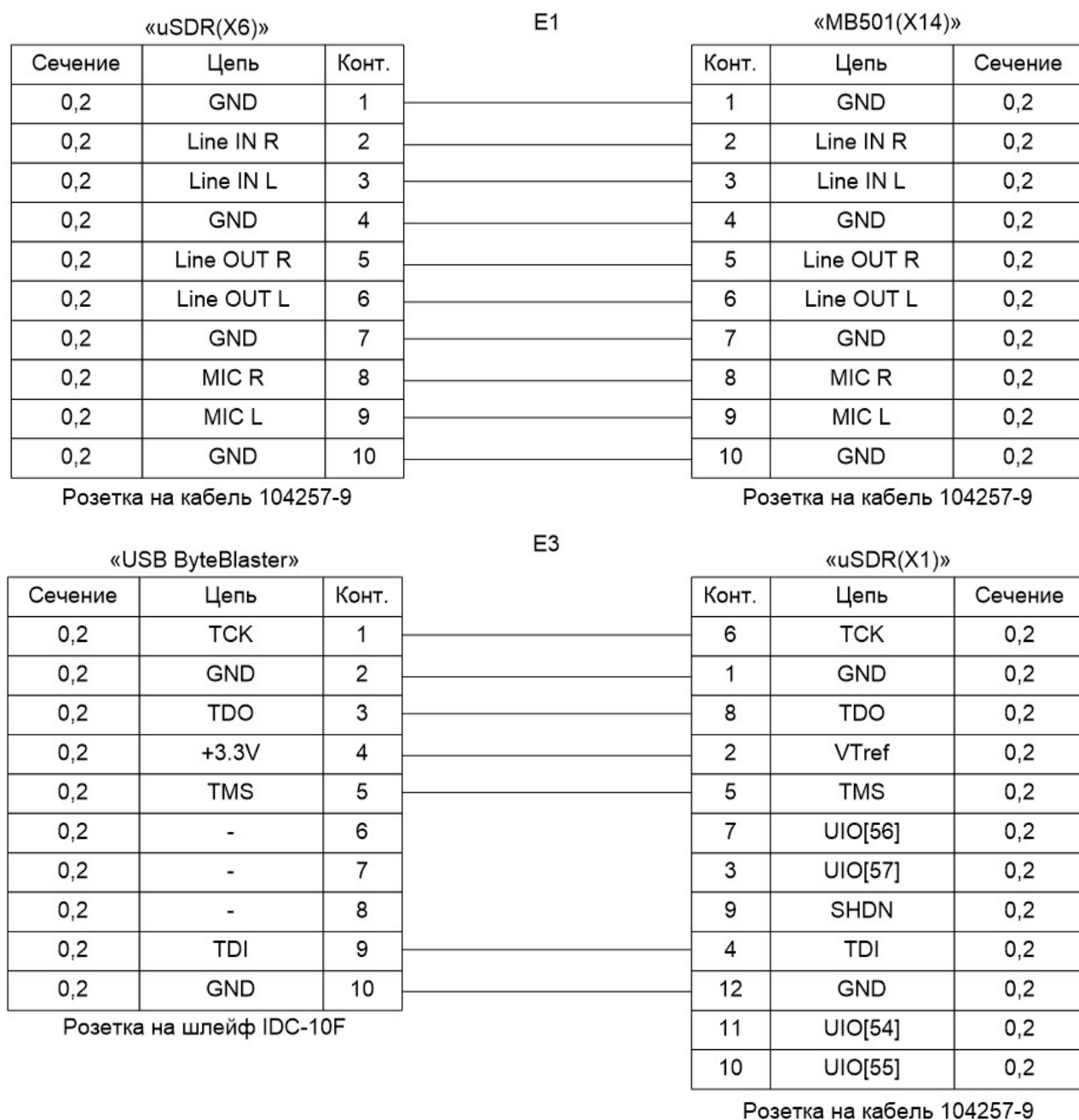


Рисунок 4. Схемы переходников E1 и E3

Проект позволяет выводить звуковую информацию FM и ЧМ радиовещательных станций на внешний усилитель или наушники, а также передавать на небольшое расстояние звук от микрофона на аналогичный комплект или радиовещательный FM/ЧМ приёмник.

На рисунке 5 приведен вид основного меню демонстрационного проекта.



Рисунок 5. Меню демонстрационного проекта на экране MT-12864J

Необходимо помнить, что поскольку на входе АЦП не установлены антиалиасинговые фильтры, то качественный приём сигналов вещательных станций возможен лишь при отсутствии сильных сигналов, попадающих на «зеркала» АЦП.

Для регулировки громкости необходимо сначала установить курсор в положение «Приёмник», после чего выставить требуемый уровень энкодером. Аналогичным способом можно регулировать выходной уровень передатчика, частоту и шаг сетки частот. Кроме того, дополнительно, установку частоты можно производить клавишами «LEFT» и «RIGHT» на джойстике базовой платы.

Дополнительные параметры устанавливаются при переходе в подменю приёмника или передатчика. Для этого необходимо клавишами «UP» и «DOWN» установить курсор в требуемое положение и нажать кнопку «SET» на джойстике.

Для загрузки проекта в ПЛИС модуля необходимо загрузить файл LDM-HELPER-uSDR.jam из проекта по методике, описанной в разделе 4.4.

При первом тестировании модуля рекомендуется соединить разъемы X4 (АЦП) с X5 (ЦАП) для минимизации наводок из эфира. После этого, оперируя настройками усилений Приёмника и Передатчика в режиме ЧМ, необходимо добиться прохождения звукового сообщения между микрофоном и гарнитурой E2, что подтвердит исправность всех узлов платы.

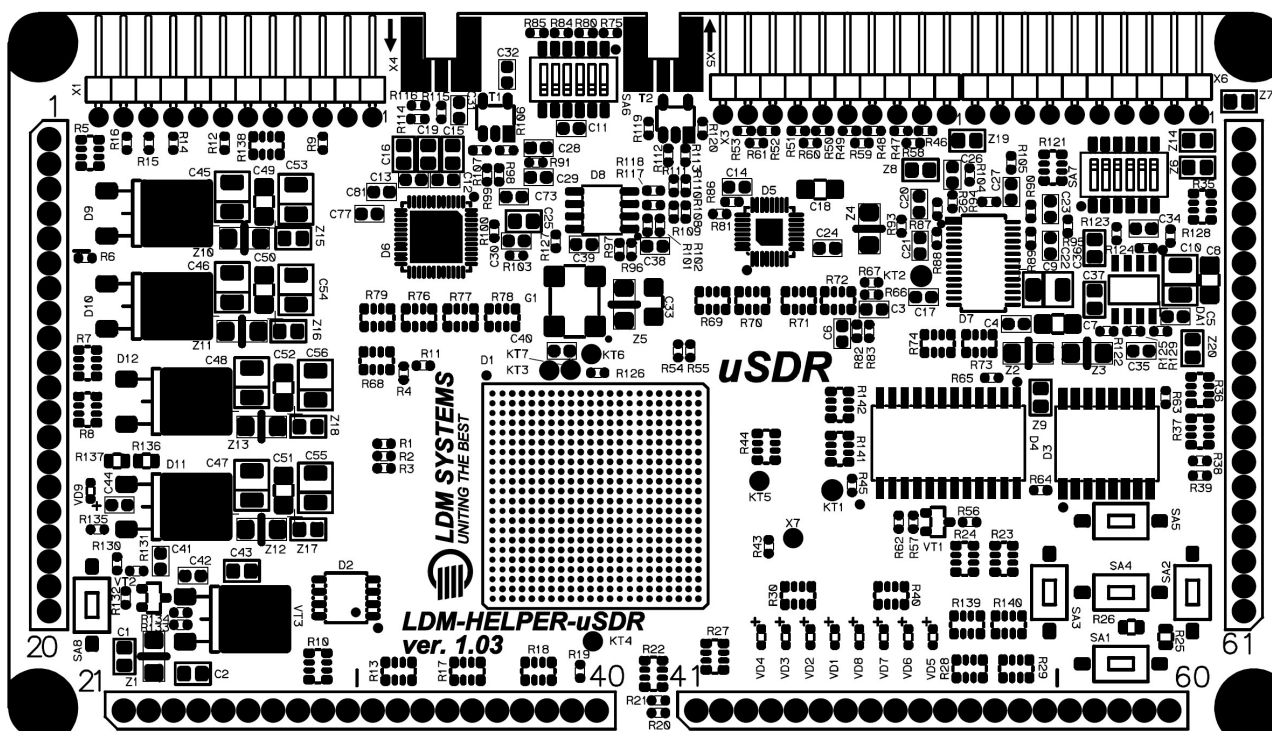
4.6 Комплектация:

- отладочная плата LDM-HELPER-uSDR-FULL;
- CD-диск с описанием к плате, демонстрационными примерами и дополнительным программным обеспечением.

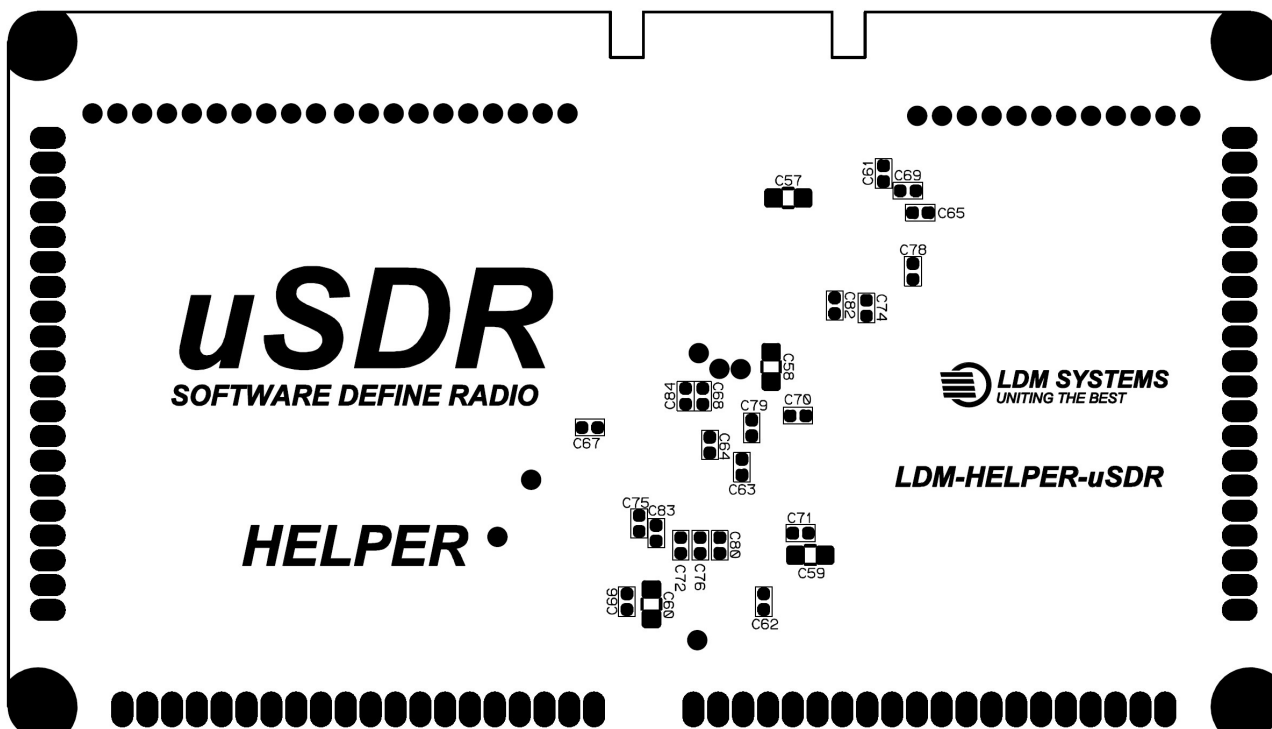
Переходник LDM-ADAP-JTAG Altera поставляется отдельно.

4.7 Монтажные чертежи

Слой TOP

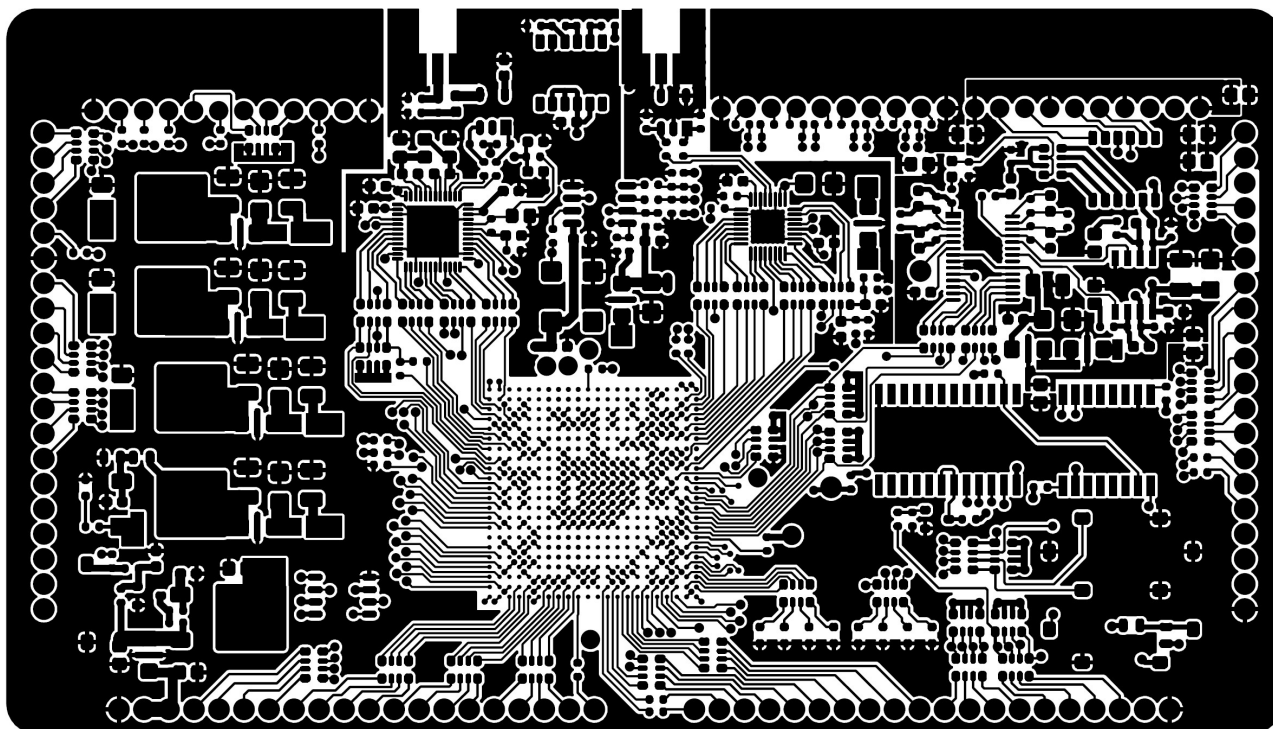


Слой BOTTOM

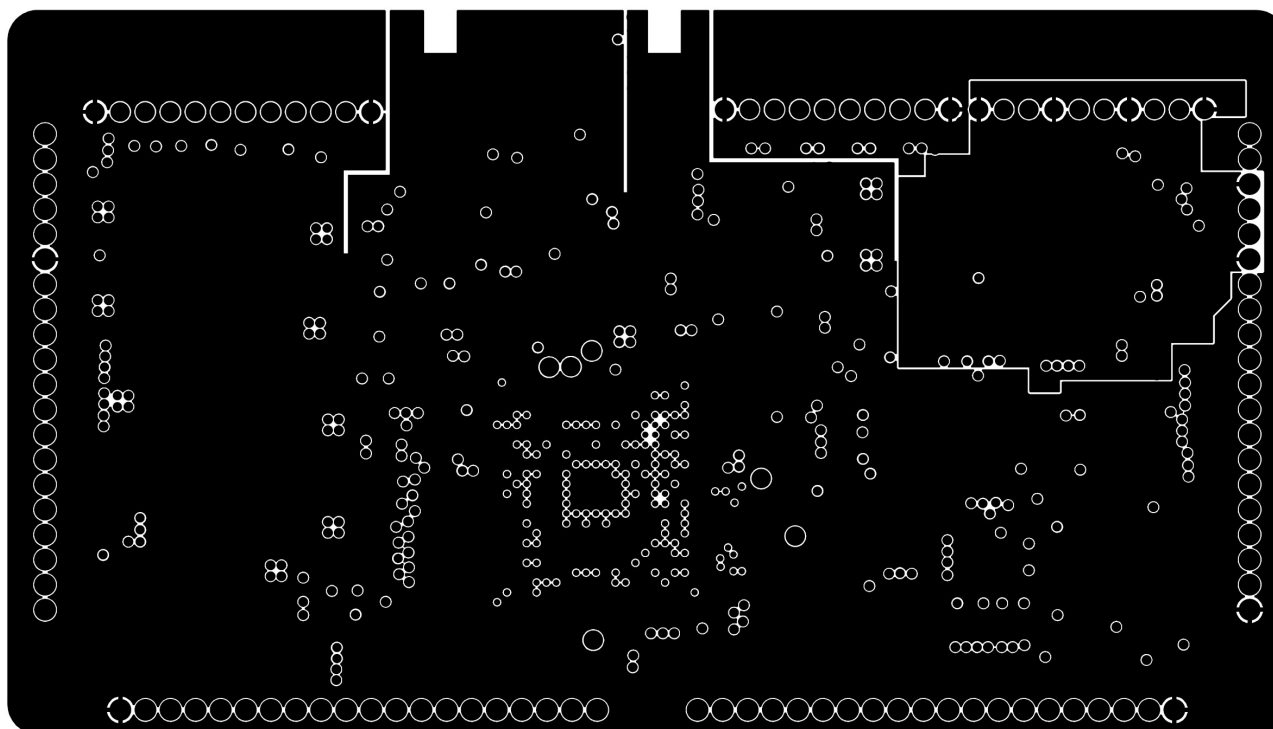


4.8 Трассировка по слоям

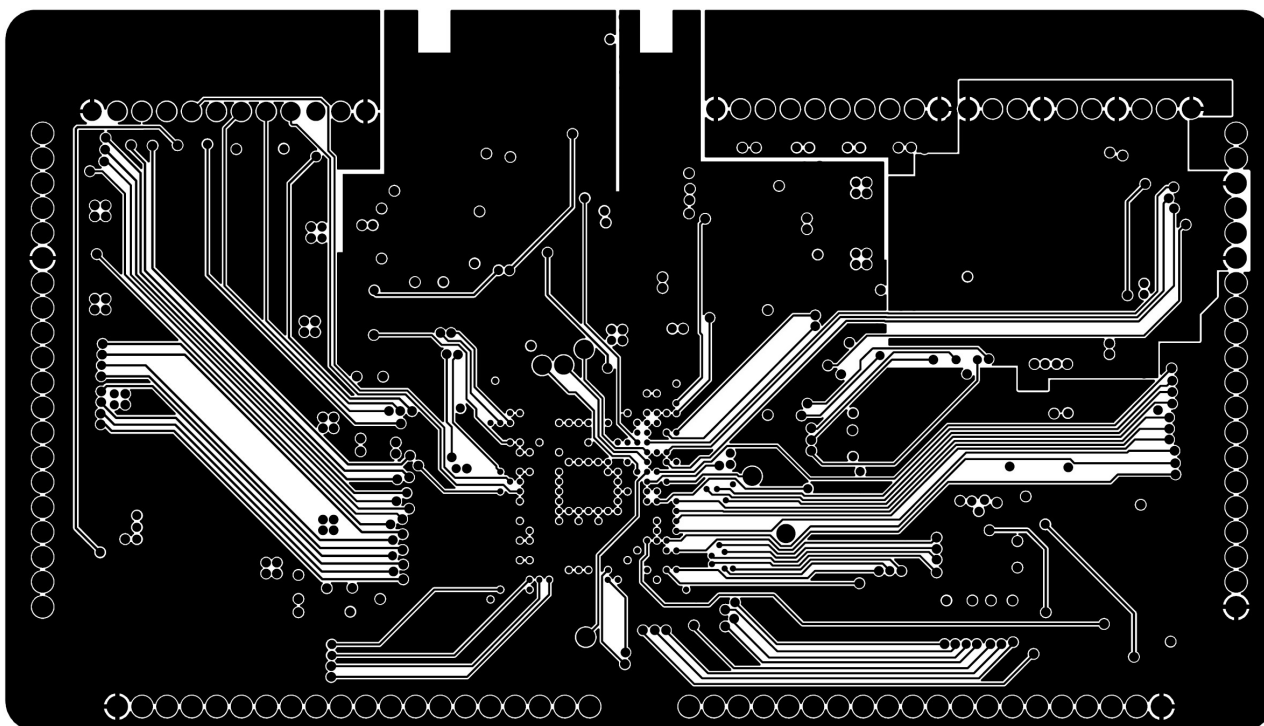
Слой TOP



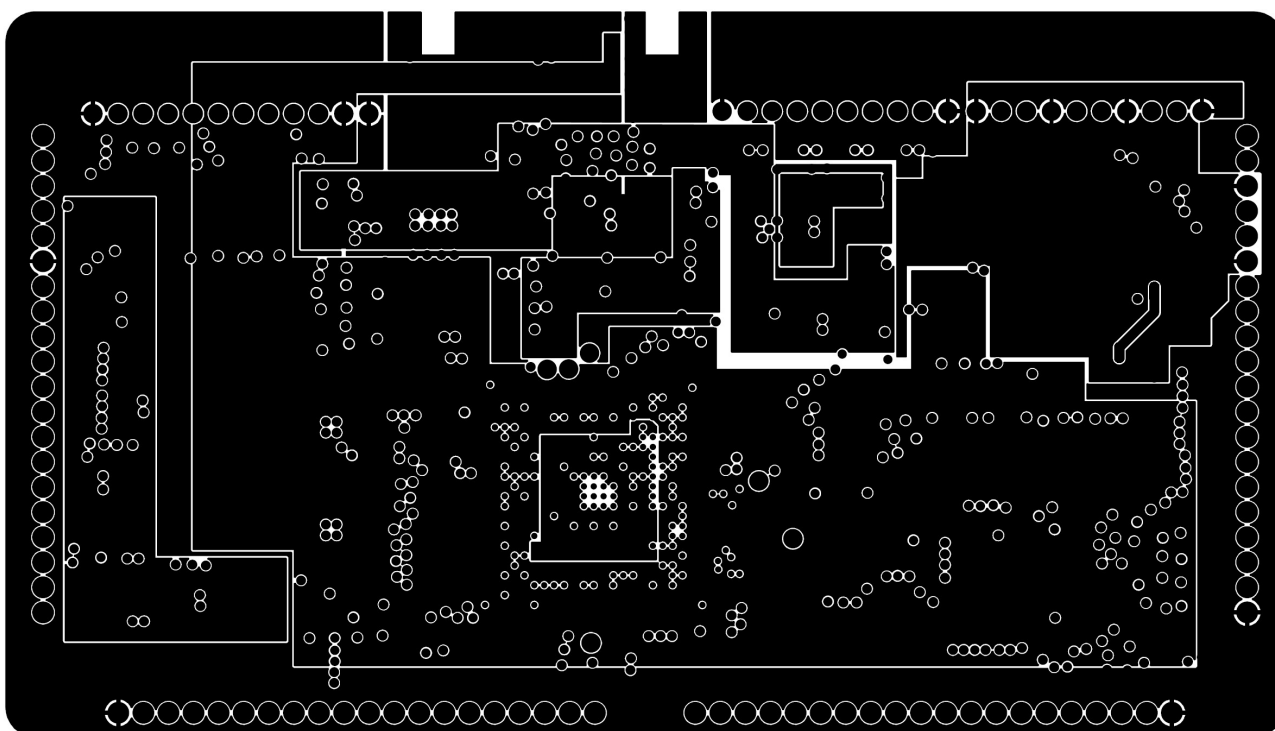
Слой IN1



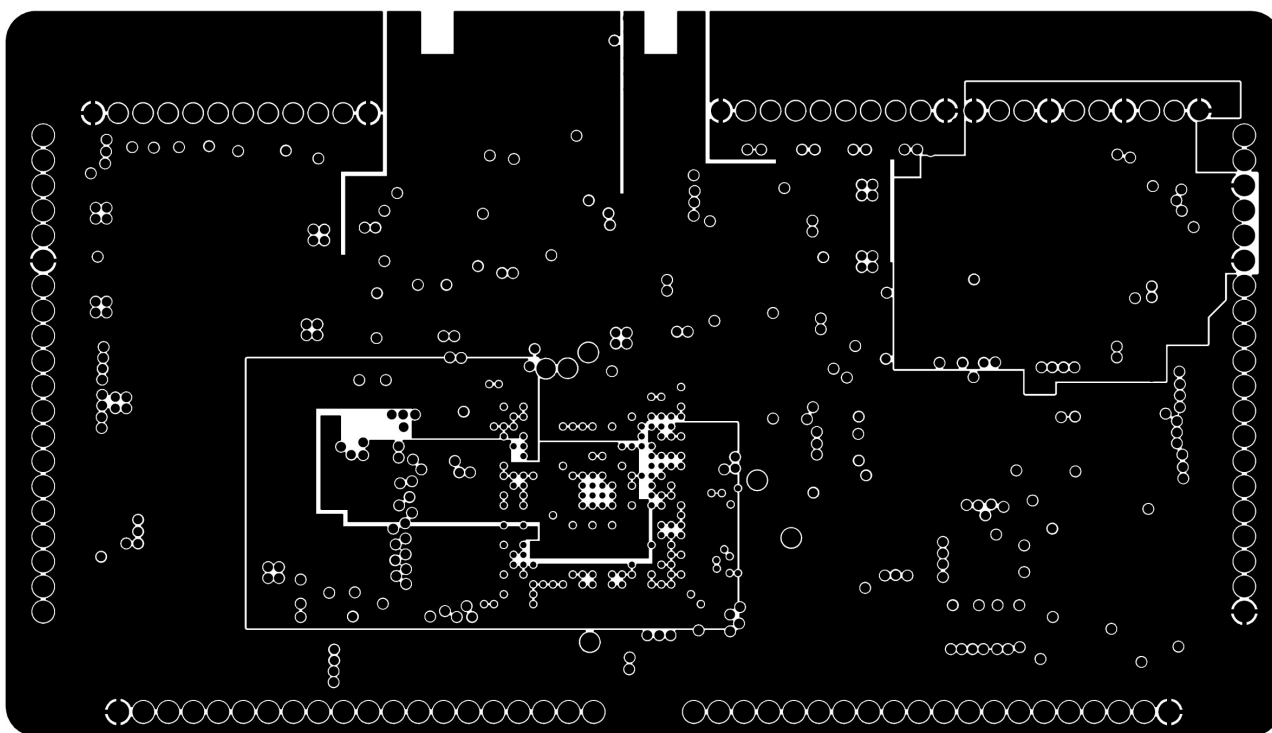
Слой IN2



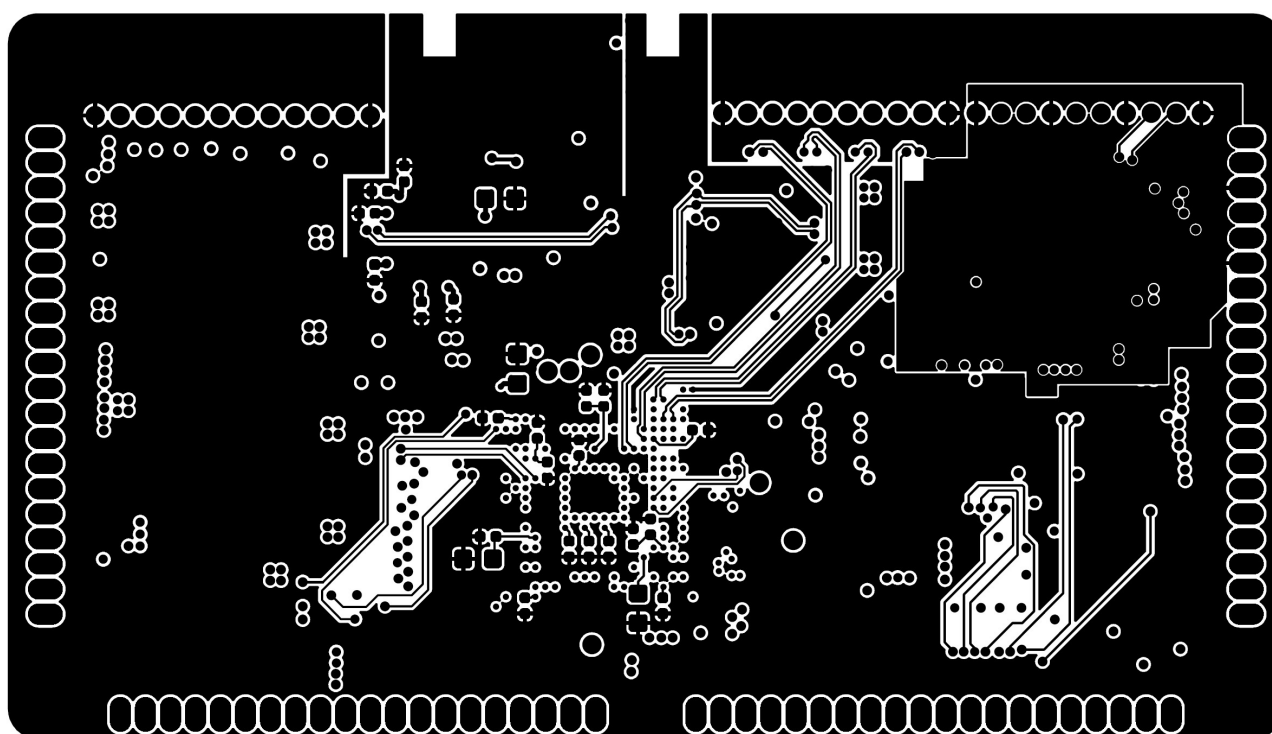
Слой IN3



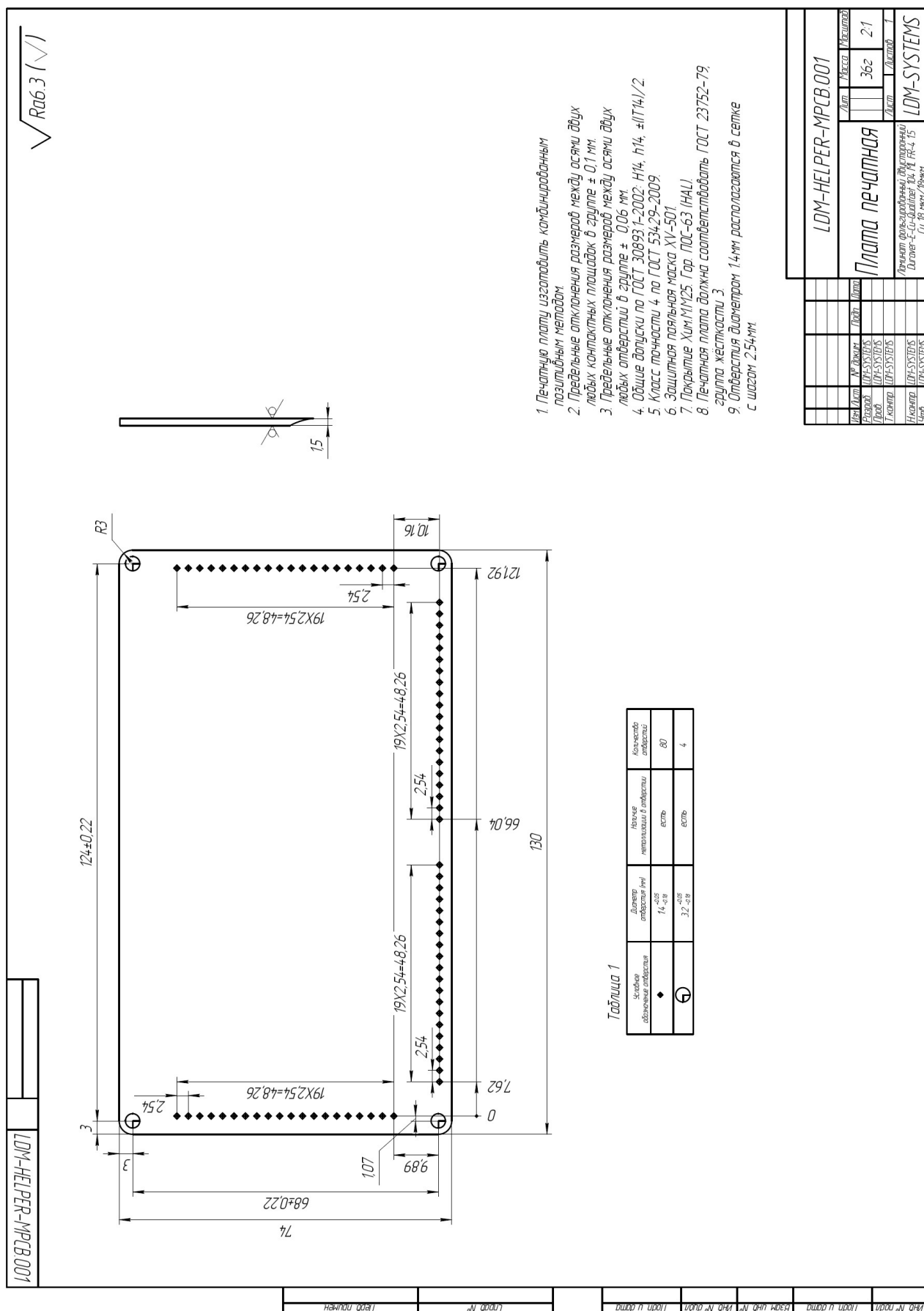
Слой IN4



Слой BOTTOM



4.9 Присоединительные размеры



5 Эксплуатация, хранение и транспортирование

Требования к условиям эксплуатации:

Изделие при испытаниях, перевозке, хранении и эксплуатации не наносит вреда окружающей среде и здоровью человека. Сохраняет свои параметры во всем диапазоне рабочих температур от 0°C до +70°C в закрытом помещении с относительной влажностью воздуха не более 80 %, без конденсата, при изменении напряжения первичного источника электропитания в допустимых пределах. По электромагнитной совместимости изделие соответствует всем требованиям для аппаратуры данного класса.

Требования к условиям хранения:

Изделие должно храниться в складских помещениях, защищенных от воздействий атмосферных осадков, на стеллажах в упаковке производителя при отсутствии в воздухе паров кислот, щелочей и других веществ, вызывающих коррозию. Условия хранения изделия по ГОСТ 15150-69: температура воздуха от +5°C до +40°C, относительная влажность до 80% при температуре +25°C. Предельный срок хранения в указанных условиях – три года.

Требования к условиям транспортирования:

Транспортирование изделия разрешается в упаковке производителя всеми видами транспорта, за исключением негерметизированных отсеков самолета, без ограничения расстояния.

Транспортирование упакованных изделий может производиться в крытых вагонах и автомашинах, трюмах судов и герметичных кабинах самолетов при температуре воздуха от -20°C до +70°C. При любом способе транспортирования необходимо предусмотреть крепление ящика к кузову (платформе) транспортного средства с помощью крепежной арматуры.