

SF2-Junior-KIT

Использование интерфейса Ethernet в проектах пользователя.

Разработка проекта веб-сервера на основе отладочного набора

SF2-Junior-KIT

Введение

В данном руководстве описано создание проекта системы на кристалле (СнК) и встроенного программного обеспечения (ВПО) для реализации устройства на основе СнК SmartFusion2 взаимодействующего с персональным компьютером по сети Ethernet и выполняющего роль веб-сервера.

Необходимое программное обеспечение

Для изучения материала, изложенного в данном руководстве необходимо следующее программное обеспечение:

- среда разработки [Microsemi Libero SoC v11.8 SP1](#);
- утилита для программирования микросхем СнК и ПЛИС FlashPro v11.8 или более поздняя версия, которая может быть установлена как часть пакета программ Microsemi Libero SoC и может быть запущена внутри Libero SoC или отдельно;
- среда разработки встраиваемого программного обеспечения SoftConsole v3.4 или более поздняя, которая может быть установлена как часть пакета программ Microsemi Libero SoC или отдельно;
- графический редактор Microsoft Paint, входящий в комплект ОС Windows 7.
- программа – шестнадцатеричный редактор [HxD Hex Editor 1.7.7.0](#) или аналогичный с возможностью экспорта данных в файл исходного кода на языке программирования «С»;
- программа TeraTerm или аналогичное программное обеспечение (PuTTY или HyperTerminal).

Необходимое аппаратное обеспечение

Вам понадобится отладочный набор [SF2-Junior-KIT](#), включающий следующие компоненты:

- 1) Модуль SF2-Junior-KIT;
- 2) Жидкокристаллический дисплей 320х240 с интерфейсом SPI и сенсорной панелью (touchscreen);
- 3) Программатор FlashPro4;
- 4) USB – Bluetooth донгл;
- 5) Модуль приемопередатчика Bluetooth – UART;
- 6) Преобразователь напряжения AC-DC 9В 1А;
- 7) Кабель USB 2.0 A-male to mini-B;
- 8) коммутатор D-Link DGS-1008d или аналогичный;
- 9) Отрезок кабеля «витая пара» категории «5е» или «6» с разъемами RJ45 (8P8C) на концах (патч-корд).

Способы реализации подключения к сети Ethernet устройств на основе **СнК SmartFusion2**

Для взаимодействия с другими устройствами по сети Ethernet Microsemi SmartFusion2 имеет следующие аппаратно-программные ресурсы:

1) аппаратно реализованный периферийный блок MSS Ethernet MAC входящий в состав микроконтроллерной подсистемы, соответствующий стандарту IEEE 802.3 способный работать на скоростях 10/100/1000 Мбит/с. Контроллер может быть сконфигурирован для подключения к микросхемам физического уровня Ethernet имеющим следующий интерфейсы для подключения к MAC:

- MII;
- GMII;
- TBI.

2) IP-ядра Core10100, CoreTSE в каталоге Libero SoC;

3) интерфейс SERDES, который может быть сконфигурирован для работы в режиме SGMII подключенный к микросхеме физического уровня с интерфейсом SGMII установленной на плате для организации 1 Gbps канала;

4) интерфейс SERDES, который может быть сконфигурирован для работы в режиме 10 Gbps attachment unit interface (XAUI) для создания оптического 10 Gbps канала. Количество каналов SERDES зависит от выбранного кристалла в семействе (M2S010, M2S050, M2S150) и корпуса и корпуса в который упакован кристалл микросхемы (FG484, FG896). Микросхемы в корпусе TQ144 не имеют подключенных к контактам микросхемы каналов SERDES.

Указанные возможности реализуют канальный уровень сетевой модели OSI [1, 2]. Более высокие уровни OSI (рис. 1), как правило, реализуются программно, в качестве примеров можно назвать реализации стека TCP/IP для встраиваемых приложений lwIP [3] и uIP [4]. Нижний уровень сетевой модели – физический (PHY) реализуется на печатной плате устройства в виде микросхемы-драйвера соответствующего интерфейса и стандартного разъема.

Рассмотрим особенности указанных компонент более подробно.

Преимущество MSS Ethernet MAC заключается в том, что его использование в простейшем случае не требует дополнительных логических ресурсов матрицы FPGA Fabric и лицензий для реализации канального уровня интерфейса.

В случаях, когда для обеспечения высокой надежности доставки данных в одном устройстве необходимо реализовать два и более каналов выхода в сеть, в дополнение к

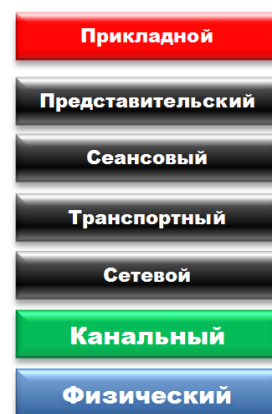


Рис. 1. Сетевая модель OSI

аппаратному блоку MSS Ethernet MAC микроконтроллерной подсистемы можно использовать реализацию MAC уровня в виде IP-ядра. В качестве таковых Microsemi предлагает разработчикам IP-ядра Core10100 - для создания интерфейса работающего на скоростях 10 и 100 Мбит/с и CoreTSE, поддерживающее скорость 1000 Мбит/с. Для связи с драйверами физического уровня IP-ядра имеют интерфейсы MII, RMII (Core10100) и GMII, TBI (CoreTSE). Для подключения к микроконтроллерной подсистеме и/или логическим ресурсам FPGA Fabric микросхемы данные IP-ядра имеют интерфейсы APB и AHB.

Если приложению пользователя требуется скорость выше 1000 Mbps, можно пойти по пути реализации 10Gbps Ethernet XAUI канала на основе аппаратно реализованных в кристалле интерфейсов SERDES и собственных IP-ядер пользователя или IP-ядер сторонних производителей.

Основными интерфейсами для связи MAC уровня с драйверами физического уровня являются интерфейсы MII для скоростей 10/100 Мбит/с и GMII (1 Гбит/с). Однако, для экономии ценного ресурса – контактов микросхемы FPGA/SoC и сокращения занимаемого микросхемой физического уровня места на плате были разработаны более «экономичные» интерфейсы для связи с драйверами физического уровня - RMII, RGMII (Reduced MII, Reduced GMII). Микросхемы с указанными интерфейсами заняли большое место на рынке, поэтому для обеспечения совместимости с ними Microsemi предложила разработчикам IP-ядра - конверторы интерфейсов coreRMII (транслятор интерфейса MII в RMII) и coreRGMII (транслятор GMII в RGMII) доступные в каталоге среды разработки Libero SoC. При этом нужно отметить, что интеллектуальной работы по организации канального уровня IP-ядра coreRMII и coreRGMII не выполняют, то есть они могут использоваться только совместно с аппаратной реализацией MAC микроконтроллерной подсистемы (MSS Ethernet MAC) или IP-ядрами, реализующими канальный уровень OSI (Core10100 и CoreTSE).

Современные микросхемы физического уровня (PHY) являются достаточно сложными устройствами способными работать в различных режимах. При включении питания микросхеме необходимо сообщить ее настройки, то есть скорость работы (10, 100 или 1000 Мб/с) режим (дуплексный, полудуплексный) и т.п. Как правило, параметры настройки передают не по основному широкополосному интерфейсу данных MAC и PHY, а используют дополнительный интерфейс управления Management Data Input/Output (MDIO). От разработчика требуется лишь соединить на печатной плате одноименные контакты CNK и PHY между собой, выбрать нужные настройки при создании проекта CNK, обо всем остальном микросхемы договорятся сами.

Познакомиться с реализацией высокоскоростных Ethernet каналов 1Gbps, 10Gbps можно с помощью отладочных наборов SmartFusion2 Advanced Development Kit, Security Evaluation KIT, SF2 Development KIT на которых установлены элементы физического уровня, поддерживающие более высокие скорости работы интерфейса.

Подробно варианты реализации Ethernet соединения на основе CNK SmartFusion2 описаны в документе [AC423 SmartFusion2 SoC FPGA and IGLOO2 FPGA - Ethernet Solutions](#).

Описание проекта

Создадим проект веб-сервера для отладочного набора SF2-Junior-KIT с чипом M2S010-TQ144 с использованием аппаратного контроллера MSS Ethernet MAC микроконтроллерной подсистемы SmartFusion2. Наше приложение будет выдавать по запросу пользователя страницы пользовательского веб-сайта, предоставляя пользователю интерфейс для работы по сети Internet с аппаратными ресурсами набора, такими как светодиоды, часы реального времени коммуникационные интерфейсы SmartFusion2. Таким образом, с помощью приложения веб-сервер пользователь получает возможность удаленно, по сети Internet, управлять свечением светодиодов, читать и устанавливать часы реального времени находящиеся в кристалле микросхемы, а также посылать строковые сообщения по UART для отображения в окне терминала.

Схема подключения набора при выполнении приложения представлена на рис. 2.

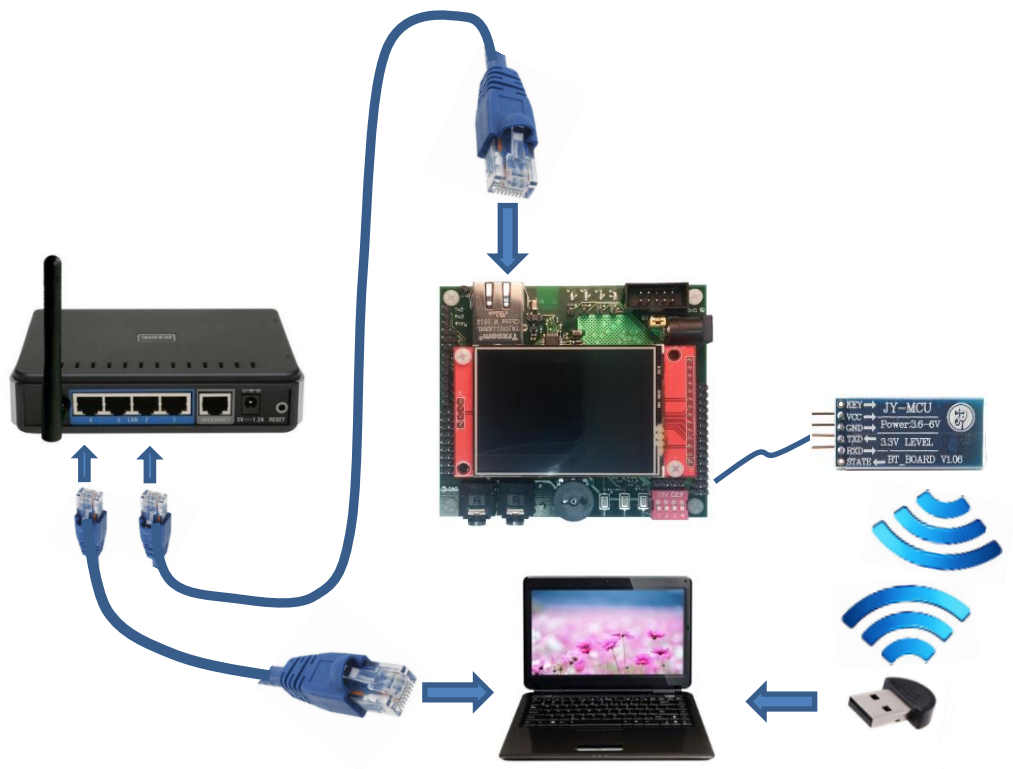


Рис. 2.

Общий алгоритм разработки приложения веб-сервер на основе СнК Microsemi SmartFusion2

При разработке приложения для СнК Smartfusion2 предназначенного для работы в сети Ethernet можно выделить следующие этапы проектирования:

1. Создание специфической часть приложения, то есть совокупность страниц веб-сайта с графикой и элементами управления (прикладной уровень OSI). В настоящее время существует большой выбор средств разработки веб-сайтов, от Microsoft Word до продвинутых интегрированных систем разработки компании Mavromedia. При создании описываемого проекта мы возьмем готовое веб-приложение из примера к отладочному набору SmartFusion2 Advanced Development Kit и адаптируем его под аппаратные возможности SF2-Junior-KIT, русифицируем сайт и добавим к логотипу Microsemi логотип компании ООО «ПСК Актел», то есть покажем, как пример проекта предложенный Microsemi с помощью последовательности трансформаций можно привести к любому требуемому виду.

2. Выбор или определение возможного способа физического подключения к сети (физический уровень OSI); в случае использования отладочного набора SF2-Junior-KIT элементами физического уровня являются микросхема PHY KSZ8081RNA и разъем RJ45 для подключения к кабелю «витая пара» установленные на плате. Если необходима более высокая скорость обмена, необходимо разработать устройство с элементами физического уровня способными передавать и принимать информацию с более высокой скоростью или взять отладочный набор с более производительным установленными компонентами. Например, на отладочном наборе SF2-DEV-KIT установлен разъем SFP для подключения к сети по оптическому кабелю.

3. Выбрать блоки для реализации канального уровня OSI. Как было показано выше, в случае использования СнК SmartFusion2 с его MSS Ethernet MAC и набором IP-ядер, способов реализации канального уровня может быть несколько. В проекте, описанном в данном руководстве будем используется Ethernet MAC микроконтроллерной подсистемы, настроенный на скорость 100 Мбит/с с интерфейсом MII, который с помощью транслятора интерфейсов - IP-ядра coreRMII подключим к драйверу физического уровня KSZ8081RNA (рис. 3).

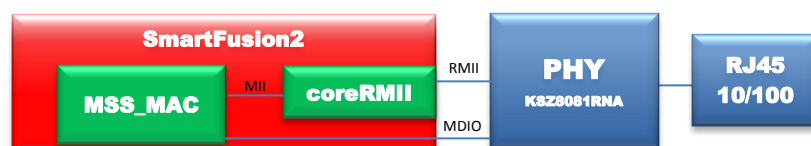


Рис. 3.

4. Создать проект СнК с выбранными элементами канального уровня и интерфейсом для взаимодействия с физическим уровнем.

5. Скопировать папок /lwIP [3] и /FreeRTOS[5] с программной реализацией стека протоколов TCP/IP и операционной системы с одноименным названием или копированием указанных папок из проектов-примеров от Microsemi. Данное программное обеспечение позволит реализовать функции уровней модели OSI с Представительского по

Сетевой. При необходимости можно написать собственное пользовательское ПО, реализующее функции указанных уровней OSI.

6. Скопировать файлы веб-приложения в папку проекта СнК, конвертировать графические изображения в формат констант на языке «С», объявить переменные в коде встраиваемого приложения, вставить HTML-теги в код встраиваемого приложения.

Разработка проекта системы-на-кристалле

Запустите приложение Libero SoC 11.8. дважды кликнув на ярлычок на рабочем столе или на аналогичный в меню Пуск > Все программы > Microsemi > Libero SoC v11.8.

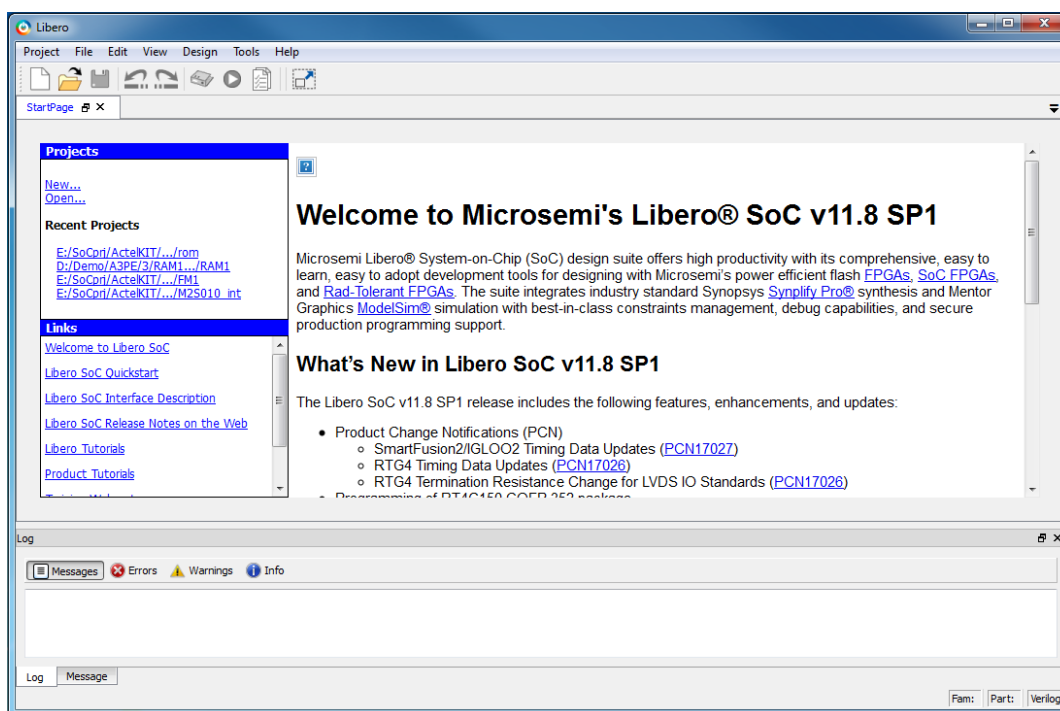


Рис. 4.

В главном меню Libero SoC (рис. 1) выполните команду **Project/New Project**, запустится мастер создания нового проекта. В появившемся окне укажите название проекта, например M2S010_Ethernet, место расположения нашего проекта на диске и предпочитаемый язык проектирования аппаратуры – Verilog или VHDL. Галочку Enable block creation устанавливать не нужно. Нажмите кнопку «Next» (рис. 5).

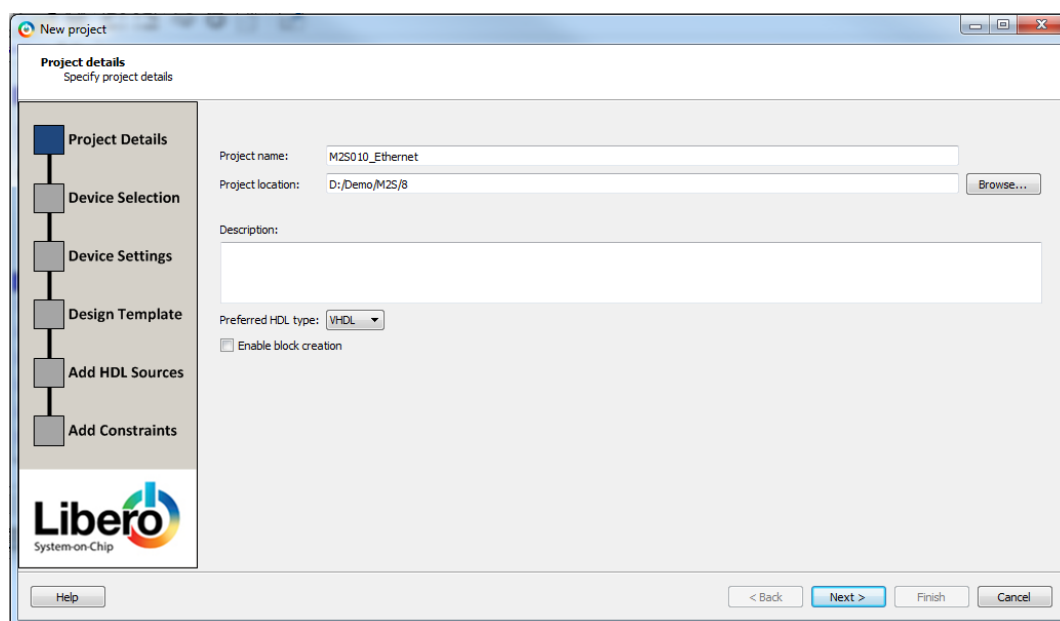


Рис. 5.

В появившемся окне «Device selection» выбором желаемых параметров в выпадающих списках укажите PartNumber микросхемы, с которой будем работать. При работе с отладочным комплектом SF2-Junior-KIT необходимо выбрать вариант M2S010-TQ144. После чего нажмите «Next».

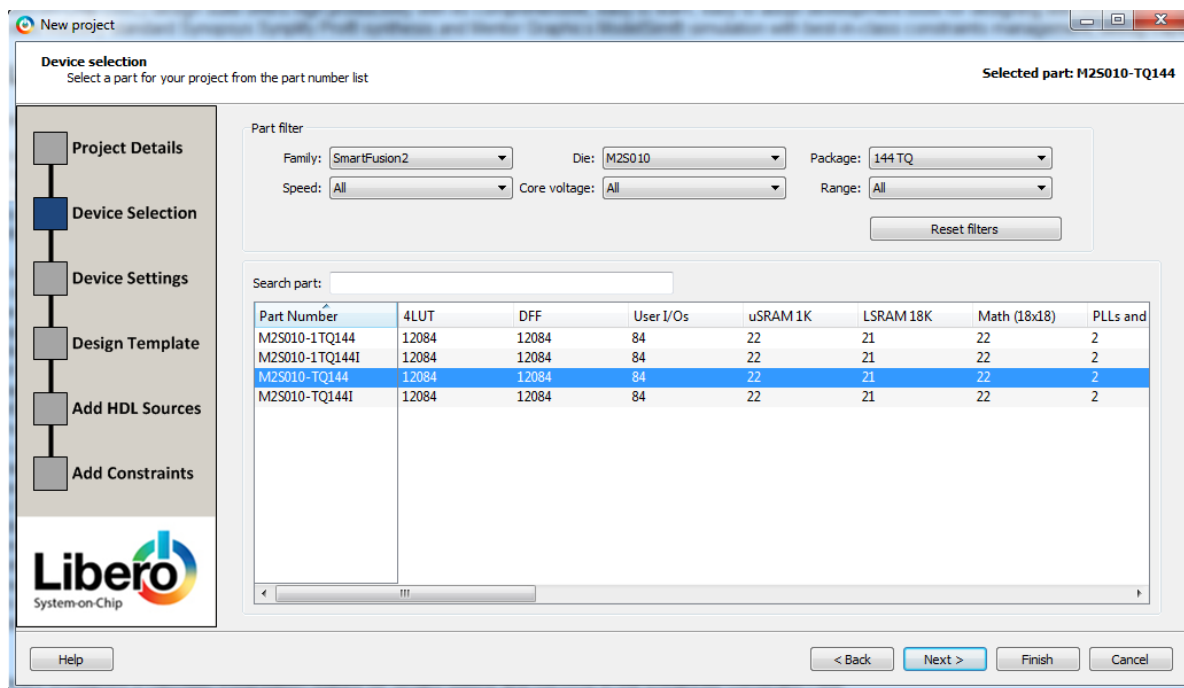


Рис. 6.

В следующем окне выберите настройки стандарта ввода-вывода по умолчанию LVCMOS 2.5V, напряжение питания PLL 2.5 V и задержку старта микросхемы после сигнала Reset 100 ms. Нажмите кнопку «Next» (рис. 7).

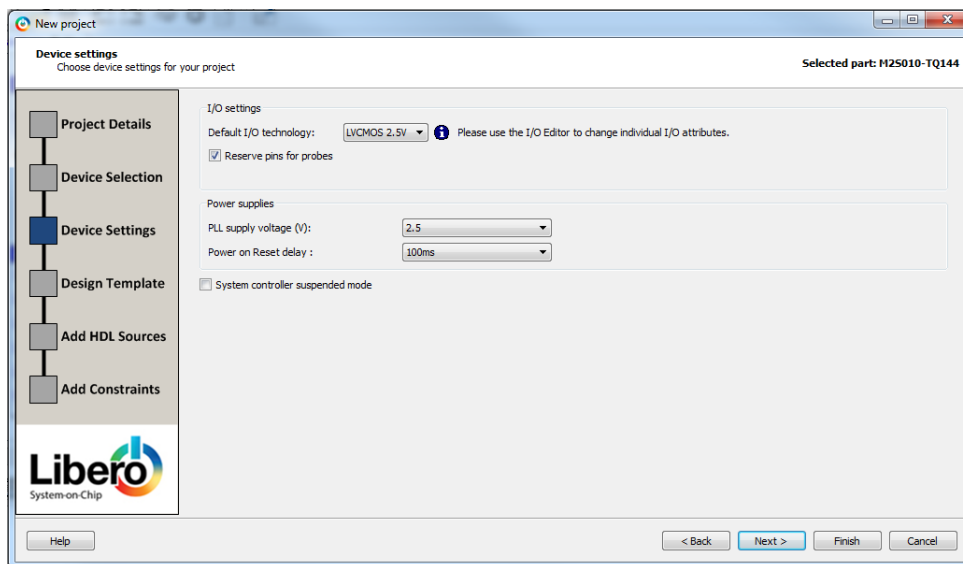


Рис. 7.

В следующем появившемся окне предлагается выбрать тип создаваемого проекта (с микроконтроллерной системой или без нее) и мастер, который будет использоваться для настройки микроконтроллерной подсистемы. Выберем пункт «Create a microcontroller (MSS) based design», после чего нажмем «Next» (рис. 8).

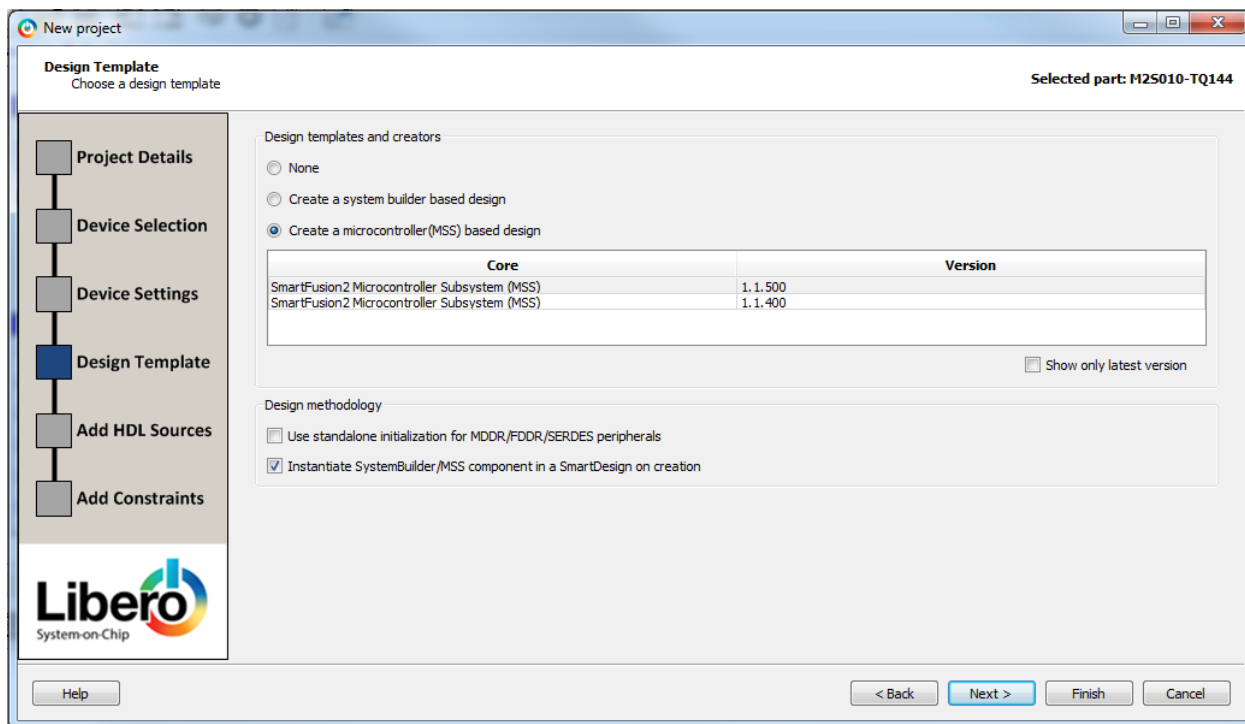


Рис. 8.

В следующих появляющихся окнах ничего не меняем, просто нажимаем «Next» до появления окна показанного на рис. 7. При выборе способа установки проектных ограничений нажмите кнопку «Use Enhanced Constrain Flow».

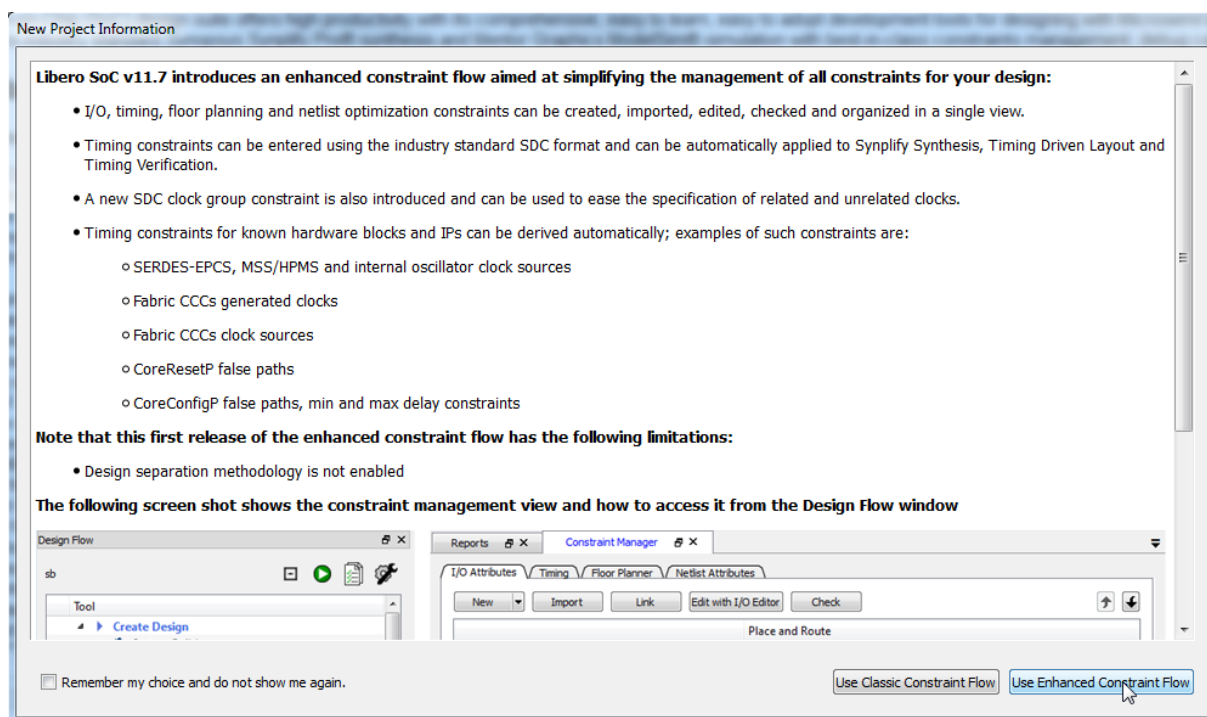


Рис. 9.

В результате выполнения описанных действий появится окно утилиты SmartDesign, в котором будет находиться один компонент M2S010_Ethernet_MSS_0 – микроконтроллерная подсистема СМК SmartFusion2 (рис. 10).

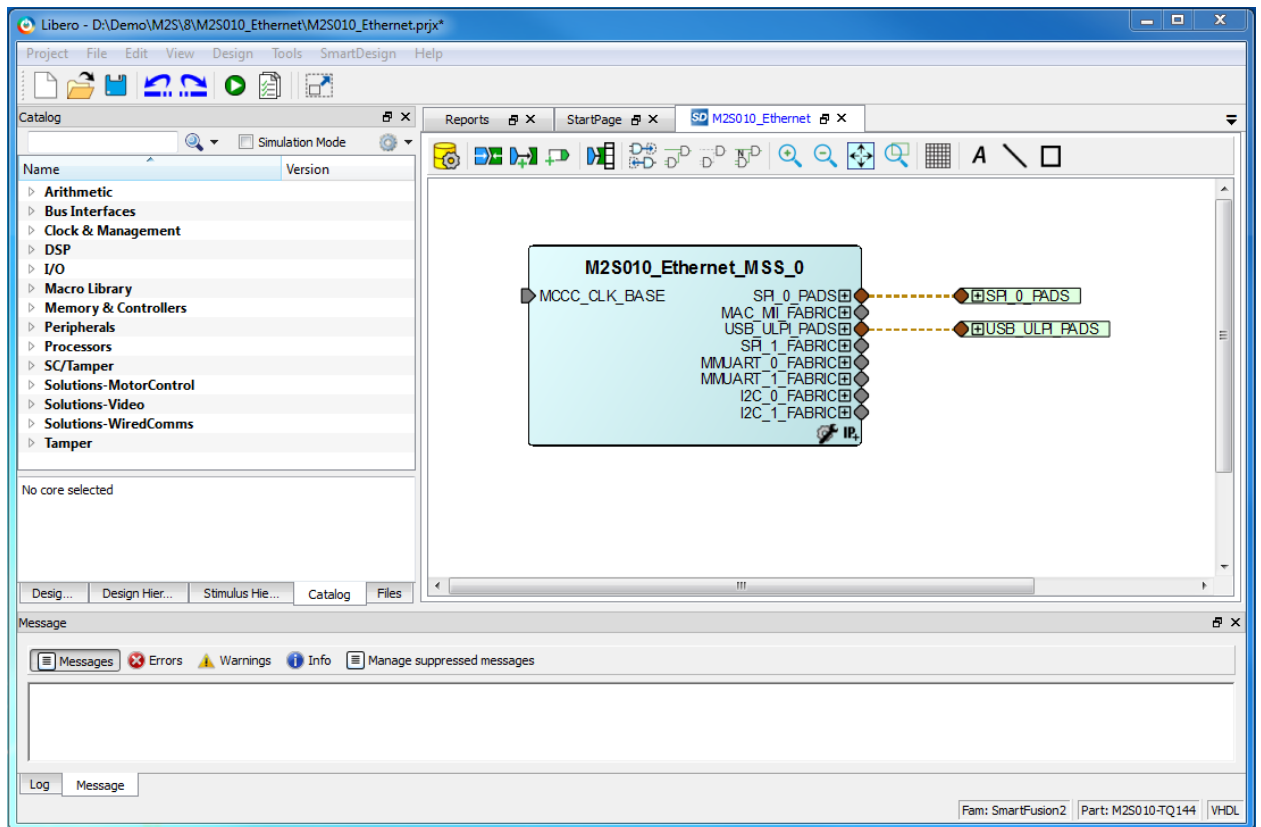


Рис. 10.

Созданный компонент M2S010_Ethernet_MSS_0 имеет настройки «по умолчанию». Необходимо изменить эти настройки в соответствии с задачами, решаемыми нашим приложением.

Настроим блоки архитектуры MSS, для этого дважды щелкнем на компоненте M2S010_Уеруктуе_MSS_0. Откроется окно настроек микроконтроллерной подсистемы (рис. 11).

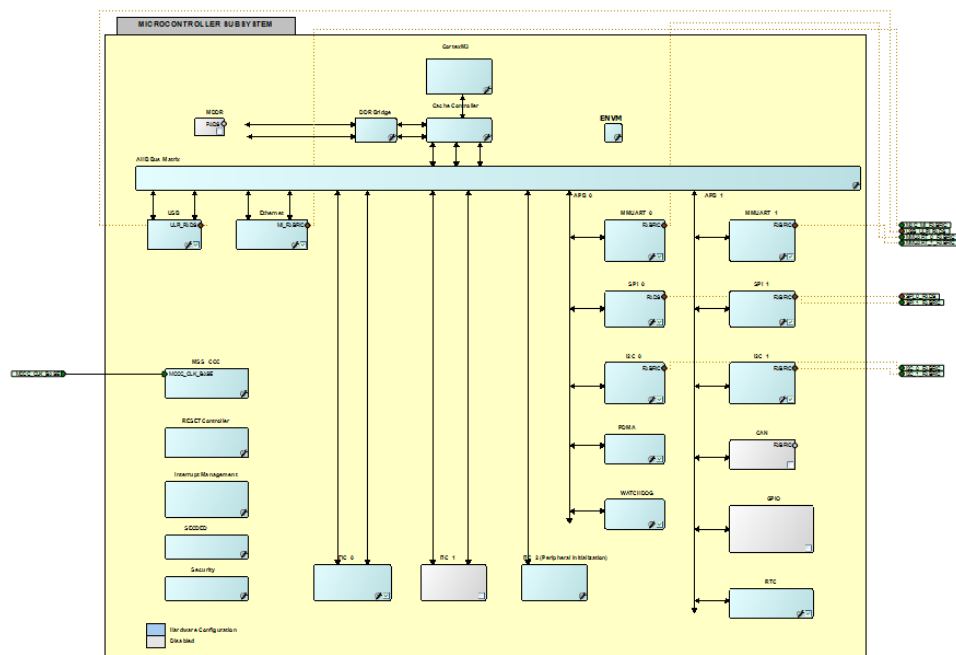


Рис. 11.

Из всего ряда доступных компонент оставим включенными блоки Ethernet, MMUART_0, GPIO и RTC. Все остальные компоненты MSS, а именно USB, MMUART_1, SPI_0, SPI_1, I2C_0,

I2C_1, PDMA, CAN, WatchDog, FIC_1 в разрабатываемом проекте задействованы не будут, их необходимо отключить, т. е. снять галочку в правом нижнем углу перечисленных компонентов (рис. 12).

Теперь настроим используемые в нашем проекте блоки микроконтроллерной подсистемы. Начнем с контроллера сброса. Для этого дважды щелкнем на блоке RESET Controller. Выберем опции, представленные на рис. 13.

Настроим контроллер универсального приемопередатчика MMUART_0. В появившемся окне выберем следующие опции (рис. 14):

Duplex Mode: Full Duplex.

Async/Sync Mode: Asynchronous.

Use Modem Interface: снять галочку

RHD: Fabric

TXD: Fabric

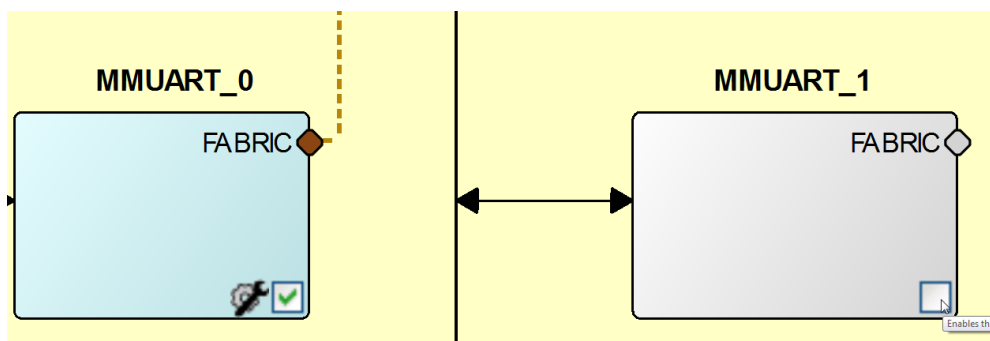


Рис. 12.

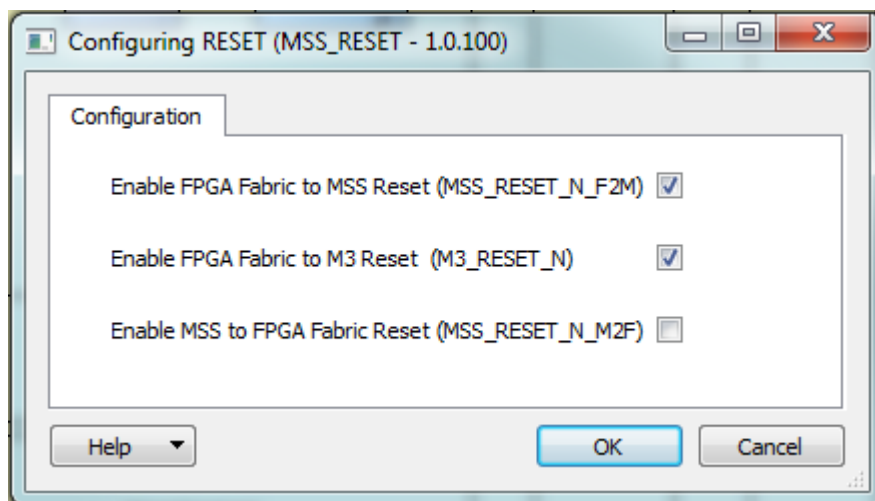


Рис. 13.

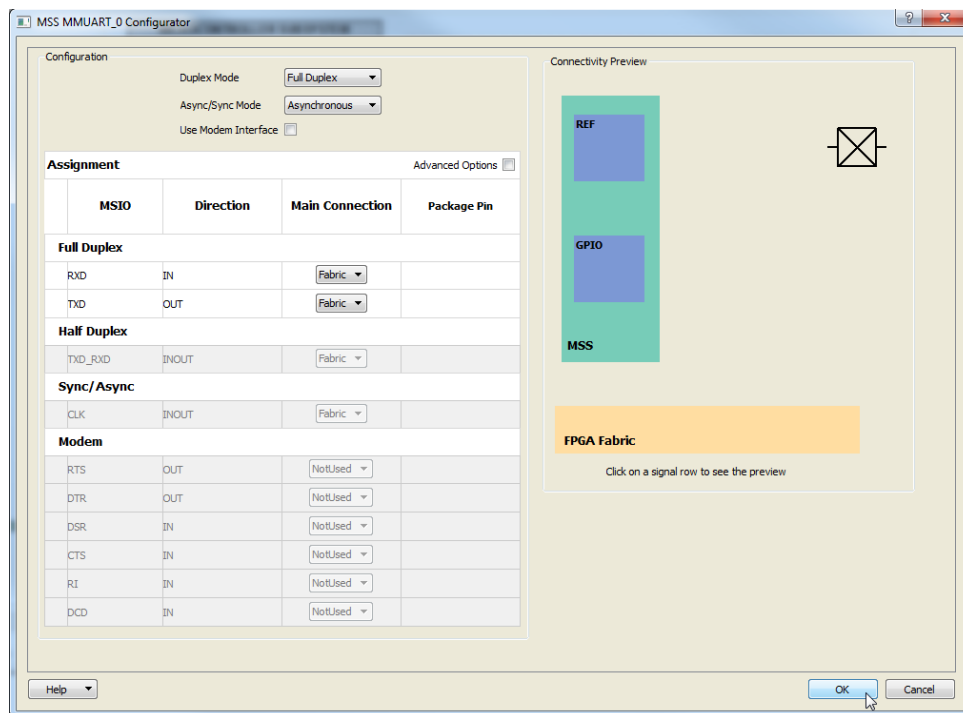


Рис. 14.

Настройки системы формирования сигналов тактирования микроконтроллерной подсистемы СпК SmartFusion2 представлены на рис. 15.

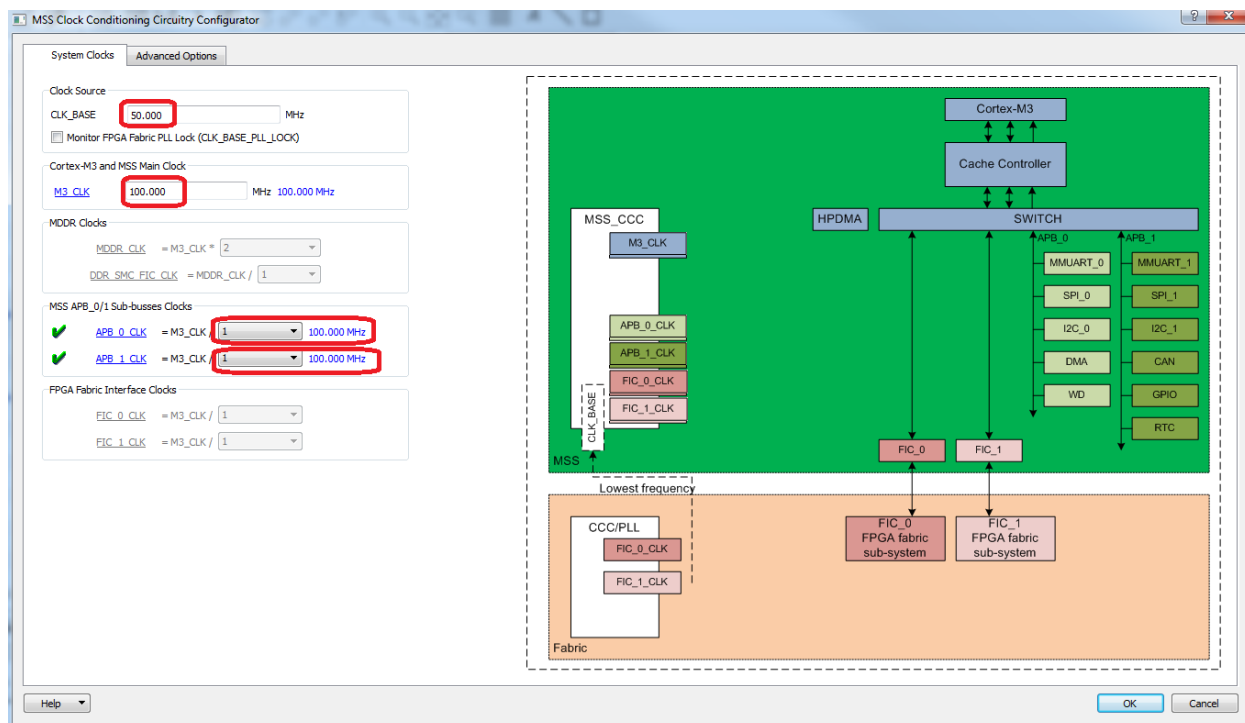


Рис. 15.

Окно настроек блока Ethernet MAC микроконтроллерной подсистемы представлено на рис. 16. Выберем в окне настроек с помощью выпадающих списков значения:

- 1) Interface: MII (Fabric);
- 2) Line Speed 100

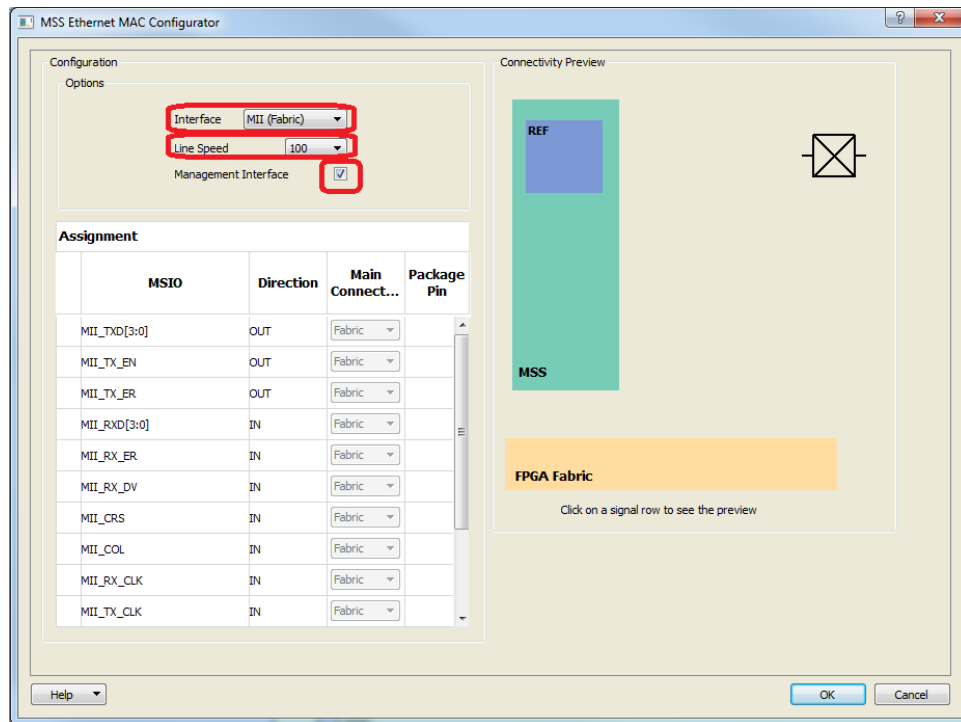


Рис. 16.

На плате отладочного набора в качестве драйвера физического уровня интерфейса USB установлена микросхема KSZ8081RNA имеющая интерфейс подключения RMII. Компонент Ethernet MAC микроконтроллерной подсистемы имеет интерфейс MII. Для корректного подключения Ethernet MAC и KSZ8081RNA в проекте будем использовать IP-ядро CoreRMII - преобразователь интерфейса MII в RMII.

В процессе работы приложения мы будем управлять удаленно свечением светодиодов. Реализовать данную функцию можно с помощью компонента MSS GPIO микроконтроллерной подсистемы. Параметры настройки MSS GPIO приведены на рис. 17.

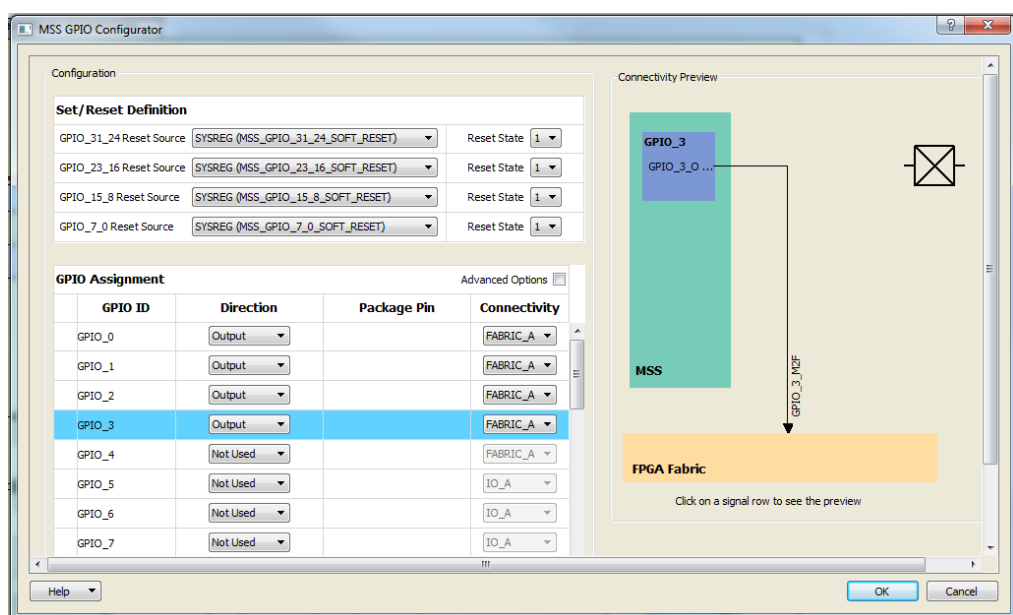


Рис. 17.

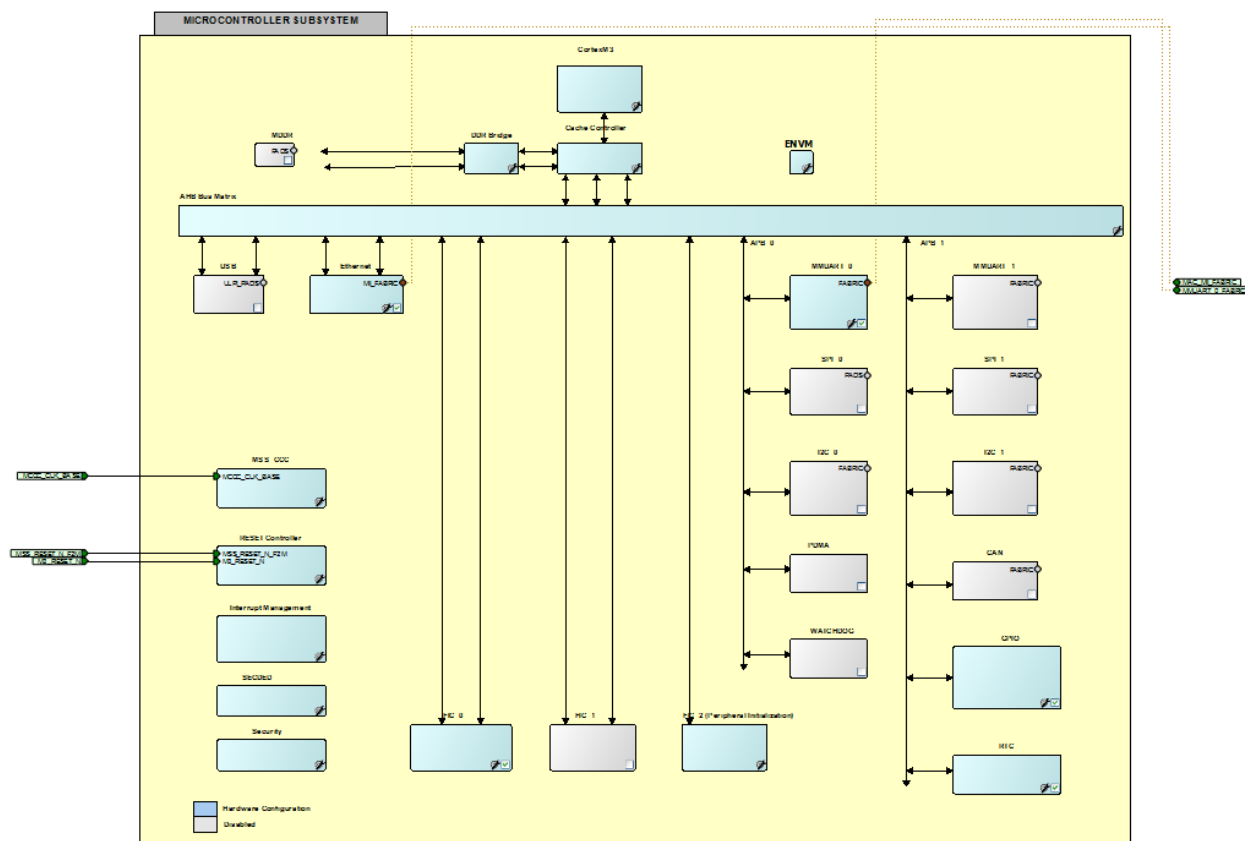


Рис. 18.

В результате описанных действий окно настроек микроконтроллерной подсистемы примет вид, представленный на рис. 18.

Сохраним изменения и вернемся во вкладку M2S010_Ethernet редактора SmartDesign. Внешний вид компонента микроконтроллерной подсистемы изменился – в правом верхнем углу появился восклицательный знак на желтом фоне. Это означает, что свойства компонента изменились и его необходимо обновить. Для обновления необходимо щелкнуть по нему правой кнопкой мыши и в появившемся меню выбрать команду **Update Instance(s) with Latest Component...** (рис. 19).

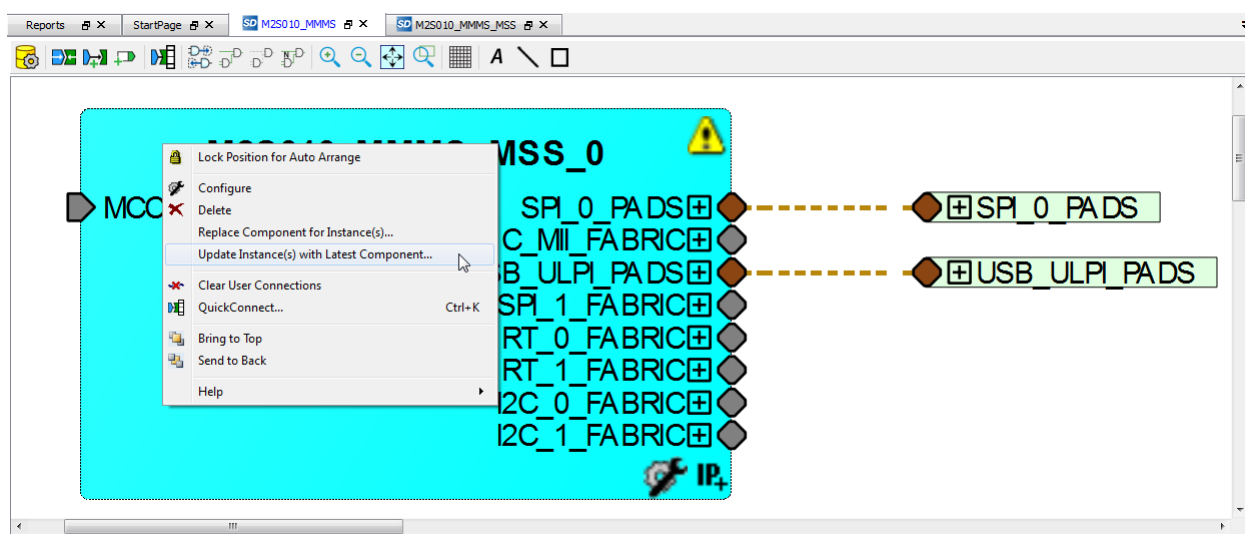


Рис. 19.

После обновления компонент должен принять вид, подобный представленному на рис. 20.

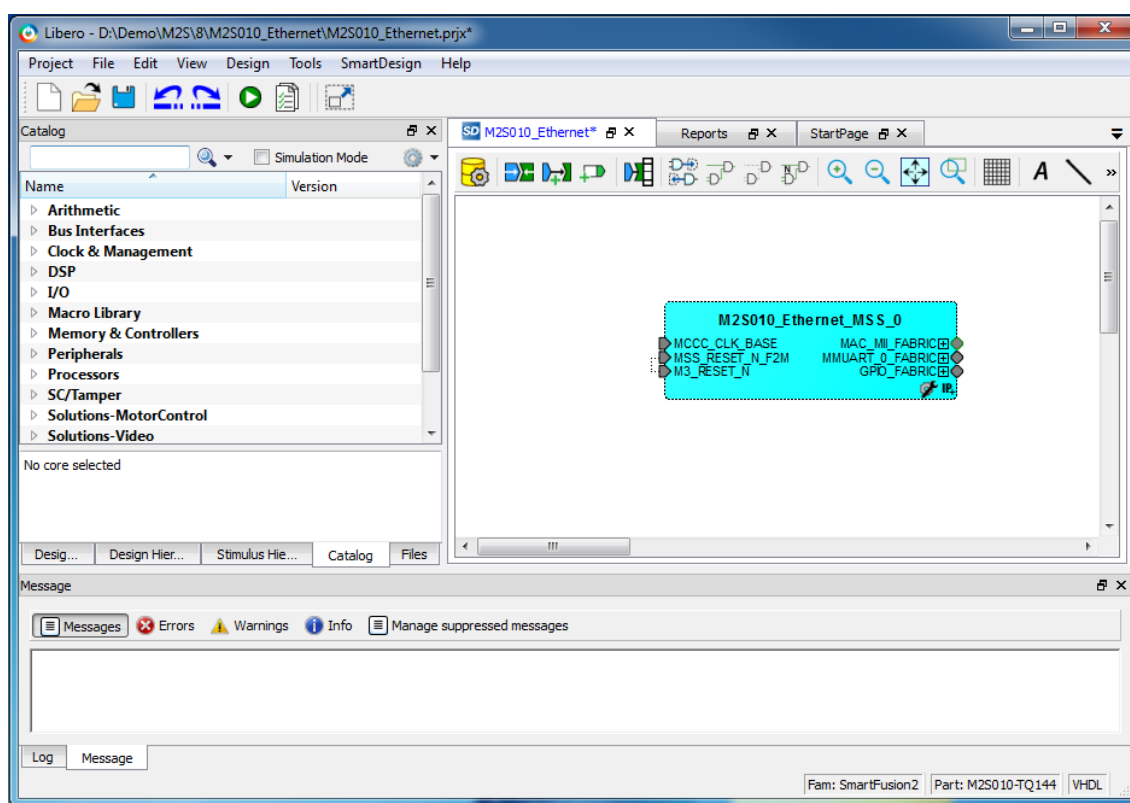


Рис. 20.

Теперь в дополнение к компоненту микроконтроллерной подсистемы из стандартного каталога Libero SoC на рабочее поле проекта нужно добавить компоненты, отвечающие за системный сброс, тактирование системы и преобразование интерфейсов МП – РМП и буферирование сигналов.

Для реализации описанной выше функциональности проекта необходимы компоненты стандартной библиотеки Libero SoC, указанные в таблице 1.

Таблица 1.

Ядра и компоненты стандартного каталога Libero SoC, используемые в проекте.

№ п/п	Раздел стандартного каталога Libero SoC	Название ядра/компонента в каталоге Libero SoC	Название в проекте	Количество в проекте	Назначение
1	Processors	SmartFusion2 Microcontroller Subsystem (MSS)	M2S010_int_MSS_0	1	Конфигуратор микроконтроллерной подсистемы MSS SmartFusion2
2	Macro Library	SYSRESET	SYSRESET_0	1	Генератор сигнала «Сброс»
3	Clock & Management	Chip Oscillators	OSC_0	1	Источник высокостабильного сигнала тактирования
4	Clock & Management	Clock Conditioning Circuitry (CCC)	FCCC_0	1	Получение сигнала тактирования требуемой частоты
5	Macro Library	AND3	AND3_0	1	Сброс системы по нажатию кнопки
6	Peripheral	CoreRMP	CORERMP_0	1	Преобразование интерфейсов МП - РМП
7	Macro Library	OutBuf	OutBuf_0	1	Формирование сигнала Reset Ethernet PHY
8	Macro Library	BIBUF	BIBUF_0	1	Реализация двунаправленного сигнала интерфейса MDIO

Для использования нужного компонента в проекте необходимо перейти во вкладку Catalog, раскрыть нужный раздел каталога и мышью перетащить компонент на рабочее поле проекта (рис. 21).

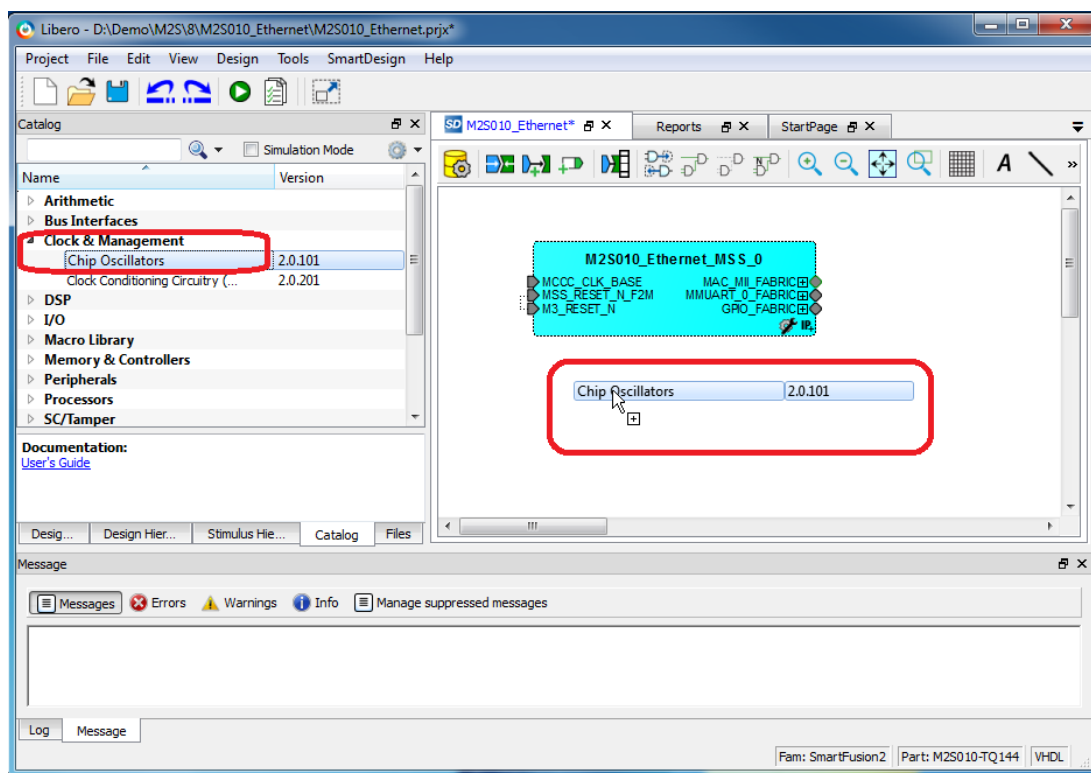


Рис. 21.

Параметры настройки источника сигнала тактирования приведены на рис. 22. Будем использовать генератор опорных колебаний на основе внешнего кварцевого резонатора 20 МГц, установленного на плате отладочного набора.

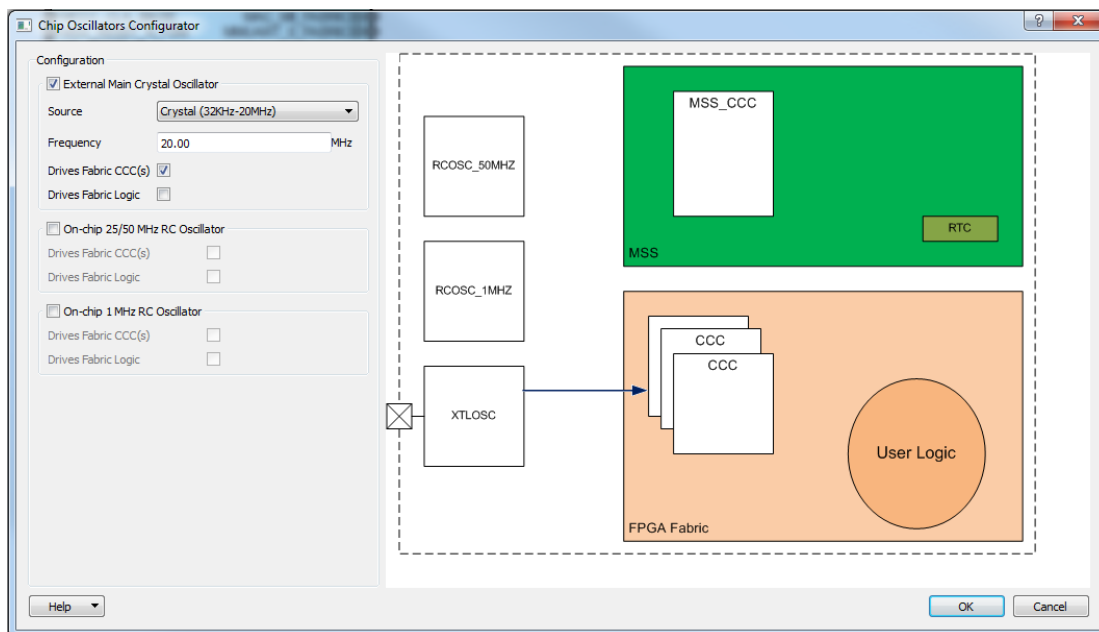


Рис. 22.

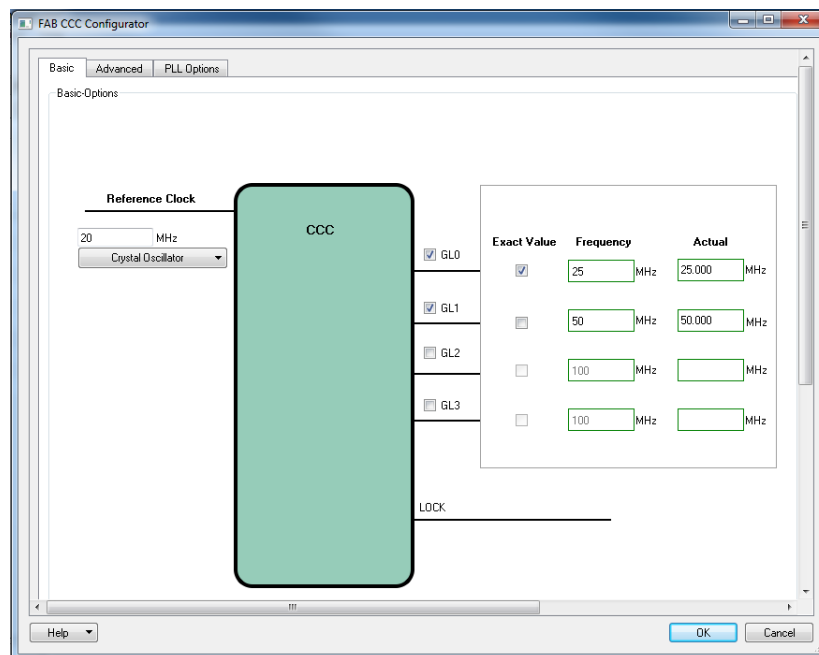


Рис. 23.

Из сигнала опорной частоты 20 МГц с помощью схемы формирования сигналов тактовых частот (Clock Condition Circuitry, CCC) получим 2 тактовых сигнала с частотами 25 и 50 МГц. Тактовый сигнал 25 МГц необходим для тактирования coreRMI, 50 МГц будем использовать для тактирования микроконтроллерной подсистемы. Параметры настройки FCCC_0 представлены на рис. 23.

После вынесения на рабочее поле SmartDesign всех используемых в проекте компонентов необходимо соединить их контакты между собой. Выполнить соединения контактов компонентов в Libero SoC можно несколькими способами:

- 1) При нажатой клавише <Ctrl> левой кнопкой мыши выделить два или более соединяемых общей цепью контактов, щелкнуть правой кнопкой мыши на одном из контактов и в появившемся меню выбрать Connect (рис. 24);
- 2) Используя быструю клавишу Connection Mode (рис. 25);
- 3) Используя мастер соединений QuickConnect (рис. 26).

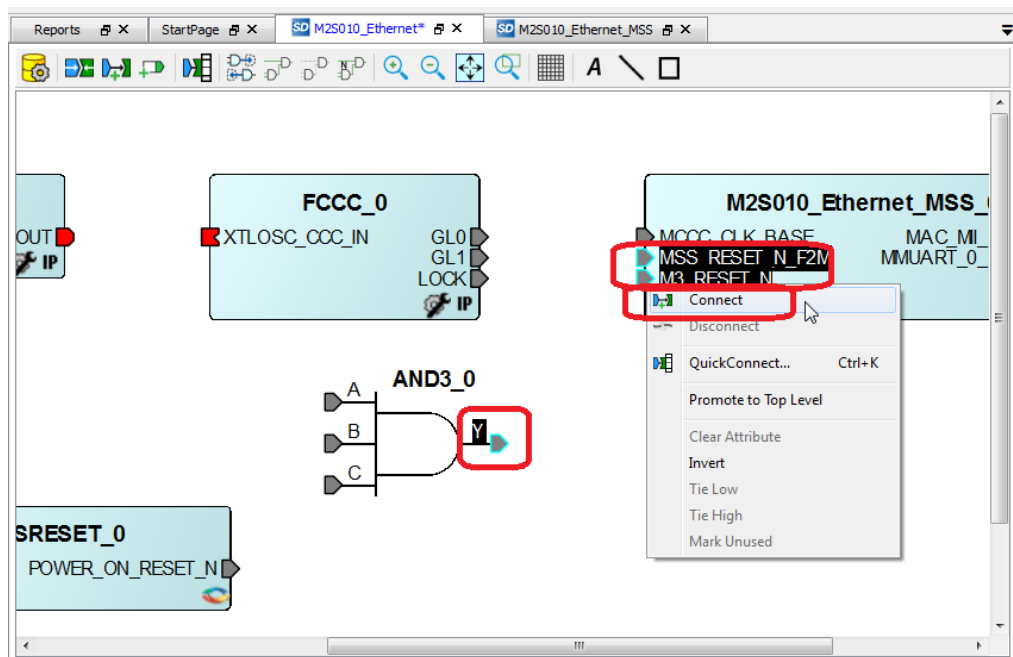


Рис. 24.

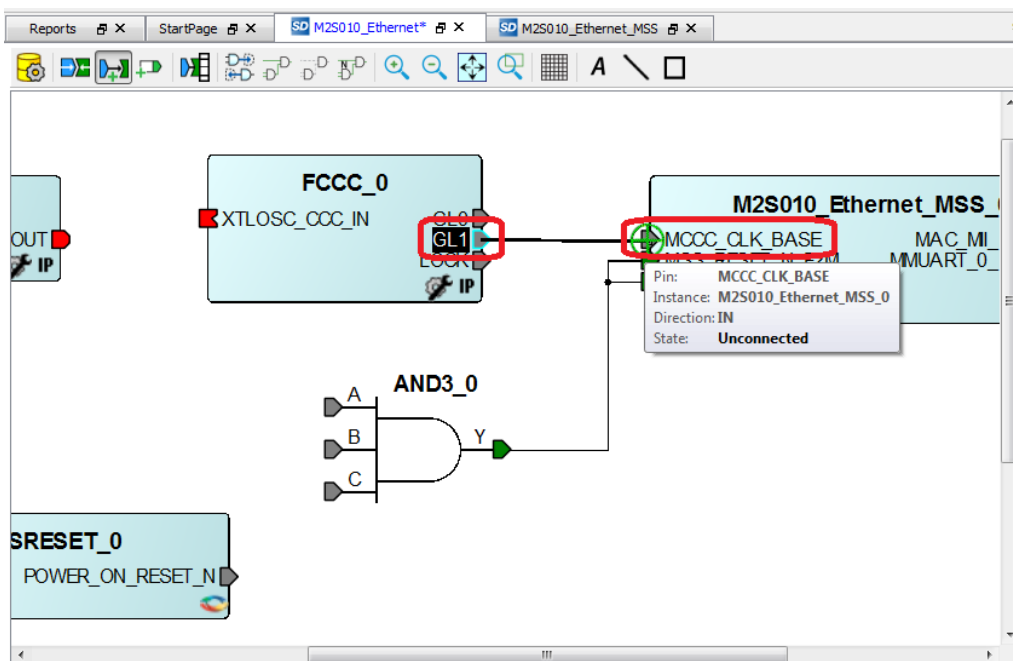


Рис. 25.

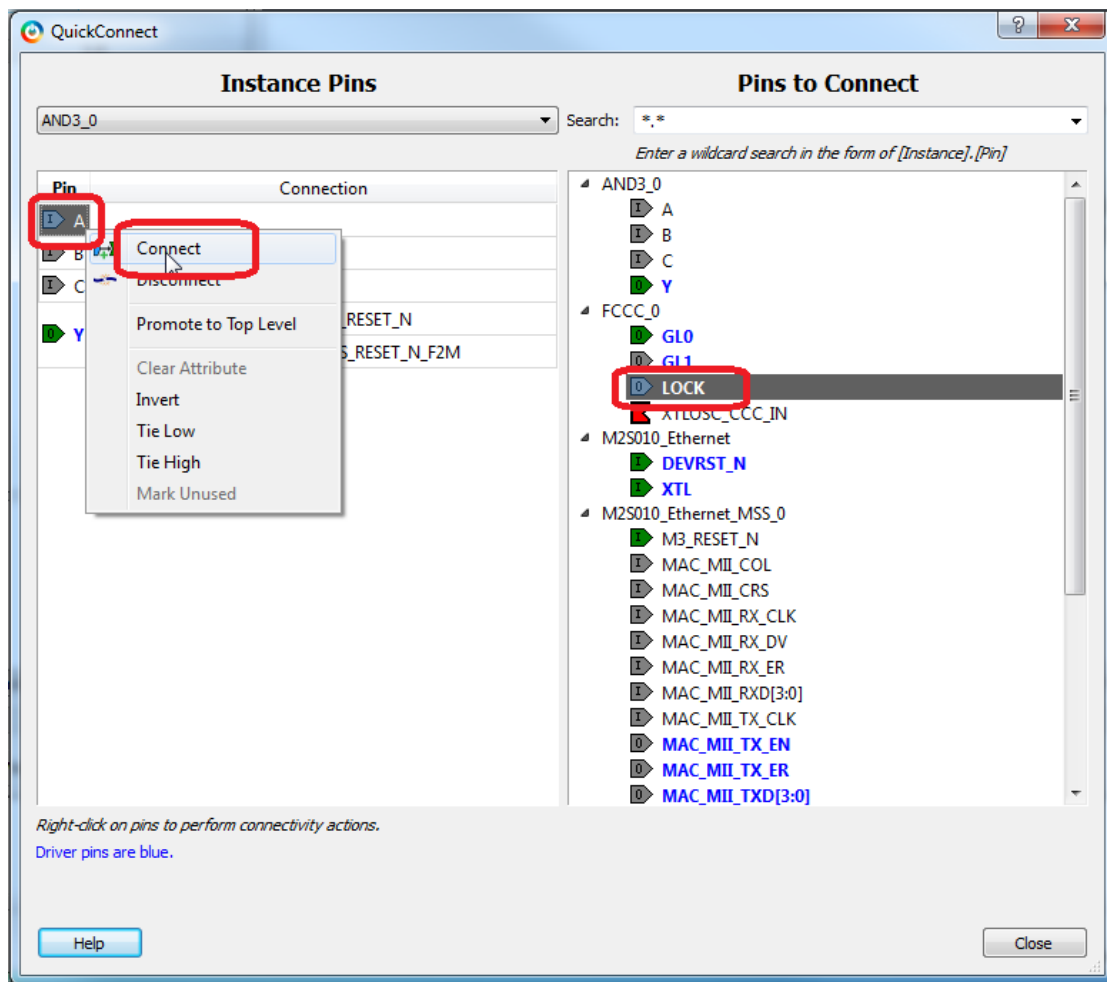


Рис. 26.

Используя описанные выше способы, выполним соединения. Ниже приведен список соединений проекта в формате Компонент.Контакт – Компонент.Контакт:

Таблица 2.
Соединения блоков и IP-ядер проекта СнК

OSC_0	FCCC_0	SYSRESET_0	AND3_0	OUTBUF_0	M2S010_Ethernet_MSS_0	CORERMII_0	BIBUF_0
OSC_0_XTLOSC_CCC_OUT	XTKOSC_CCC_IN						
	GL0				MAC_MII_RX_CLK, MAC_MII_TX_CLK	TXCLKM, RXCLKM	
	GL1				MCCC_CLK_BASE		
	LOCK		A				
		Power_On_Reset_N	C				
			Y	D	MSS_RESET_N_F2M, M3_RESET_N	RSTN	
					MAC_MII_TXD[3:0]	MII_TXD[3:0]	
					MAC_MII_TX_EN	MII_TXEN	
					MAC_MII_RXD[3:0]	MII_RXD[3:0]	
					MAC_MII_RX_ER	MII_RXERR	
					MAC_MII_RX_DV	MII_RXDV	
					MAC_MII_CRS	MII_CRS	
					MAC_MII_COL	MII_COL	
					MAC_MII_MDO_EN		E
					MAC_MII_MDO		D
					MAC_MII_MDI		Y

Контакт MAC_MII_TX_ER микроконтроллерной подсистемы пометим Mark Unused. Все остальные не подключенные контакты вынесем на внешний уровень проекта (Promote To Top Level) для подключения к физическим контактам микросхемы.

Для улучшения читабельности схемы переименуем контакты в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3.

Таблица переименований внешних цепей

Компонент	Старое название контакта	Новое название контакта
AND3	B	BtnReset
OUTBUF_0	PAD	PHY_RESET
BIBUF_0	PAD	MDIO
M2S010_Ethernet_MSS_0	GPIO_0_M2F	LED1
M2S010_Ethernet_MSS_0	GPIO_1_M2F	LED2
M2S010_Ethernet_MSS_0	GPIO_2_M2F	LED2
M2S010_Ethernet_MSS_0	GPIO_3_M2F	LED3

В результате описанных действий окно проекта SmartDesign примет вид, представленный на рис. 27.

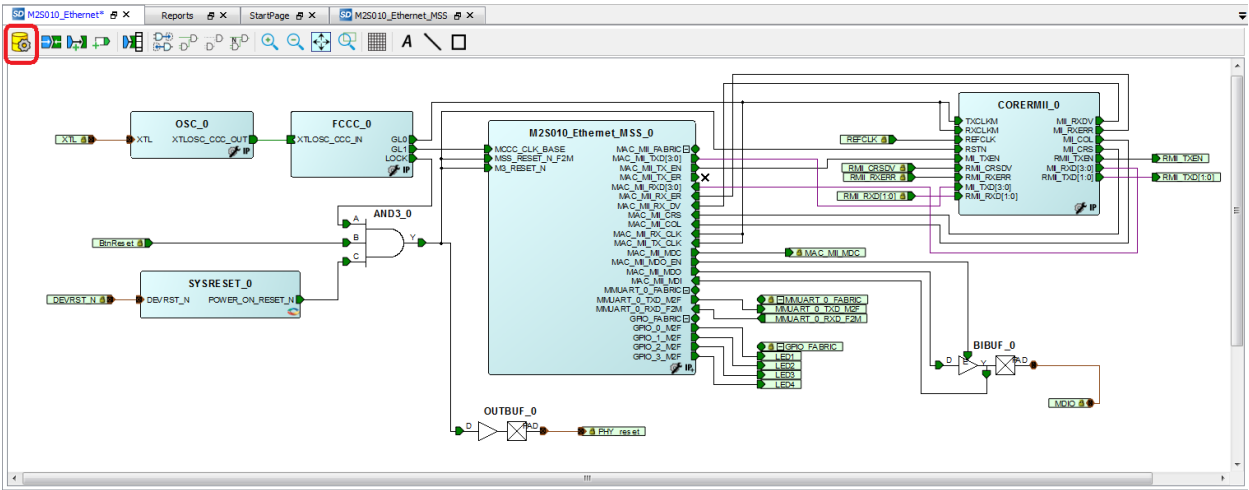


Рис. 27.

Сохраняем изменения и выполняем команду **Generate Component** (рис. 27).

Выполним синтез проекта (рис. 28) и назначим контакты микросхемы входным и выходным сигналам нашего проекта для чего выполним команду **Manage Constraints** (рис. 29). В появившейся вкладке **Constraints Manager** выполним команду **Edit > Edit with I/O Editor** (рис. 30). В открывшемся окне утилиты I/O Editor назначаем контакты микросхемы M2S010-TQ144 входящим и выходящим сигналам нашего проекта (рис. 31). Сохраним изменения и закроем I/O Editor.

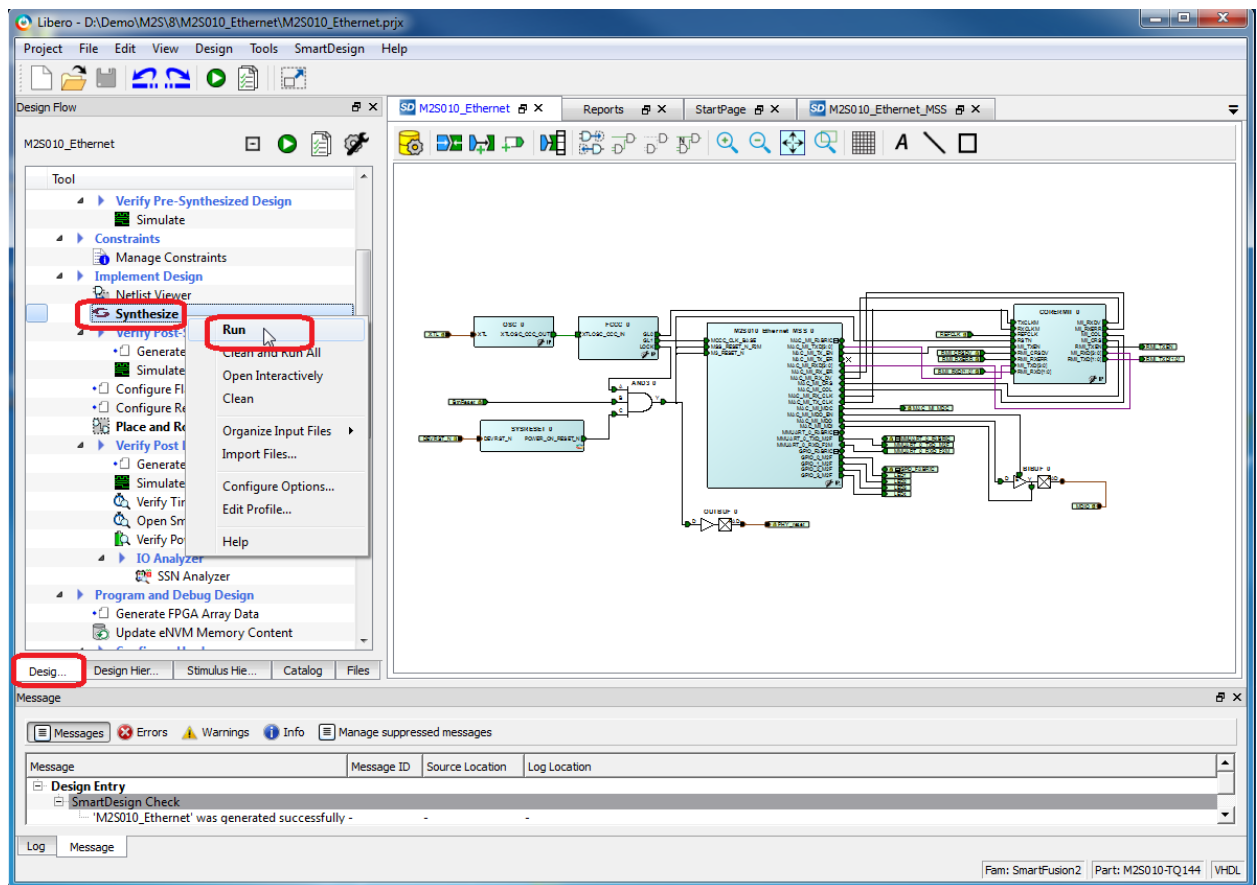


Рис. 28.

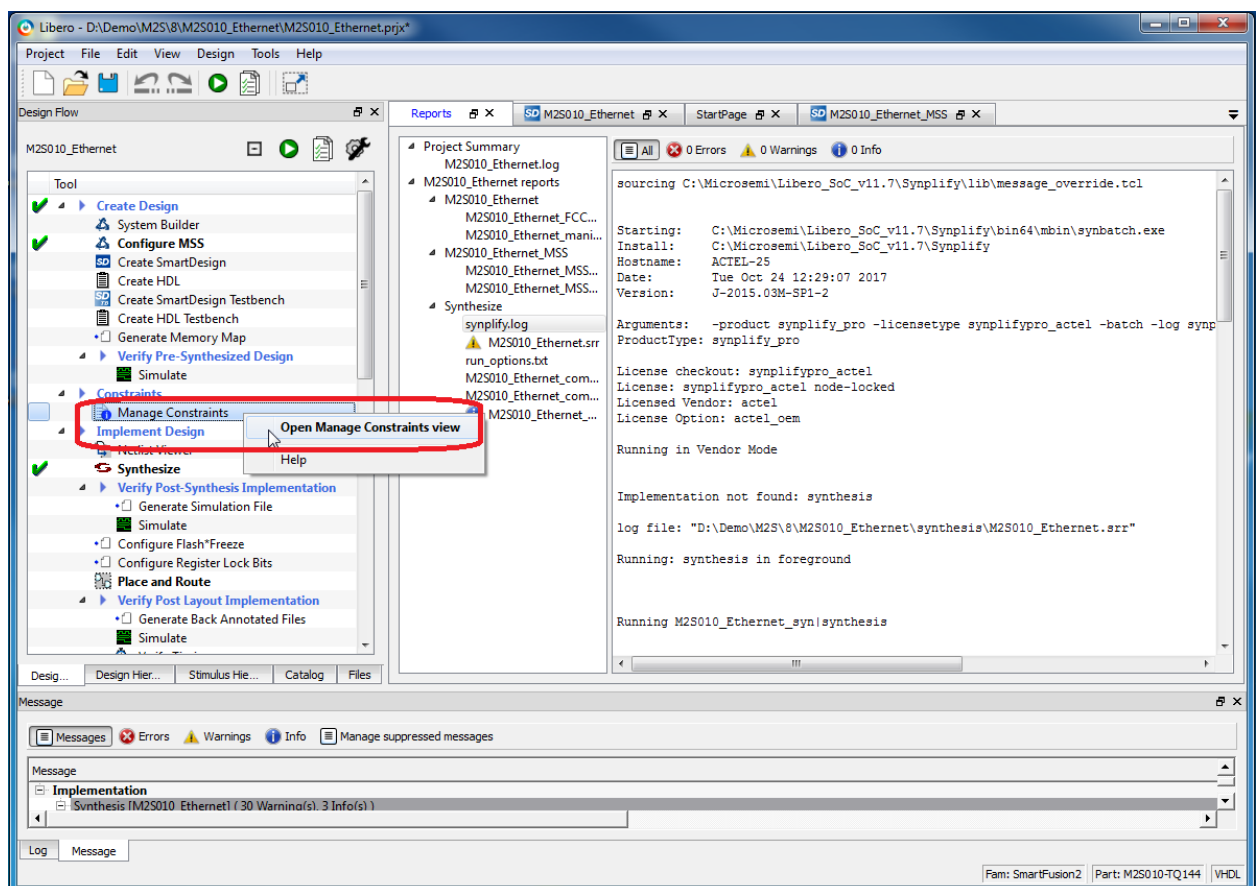


Рис. 29.

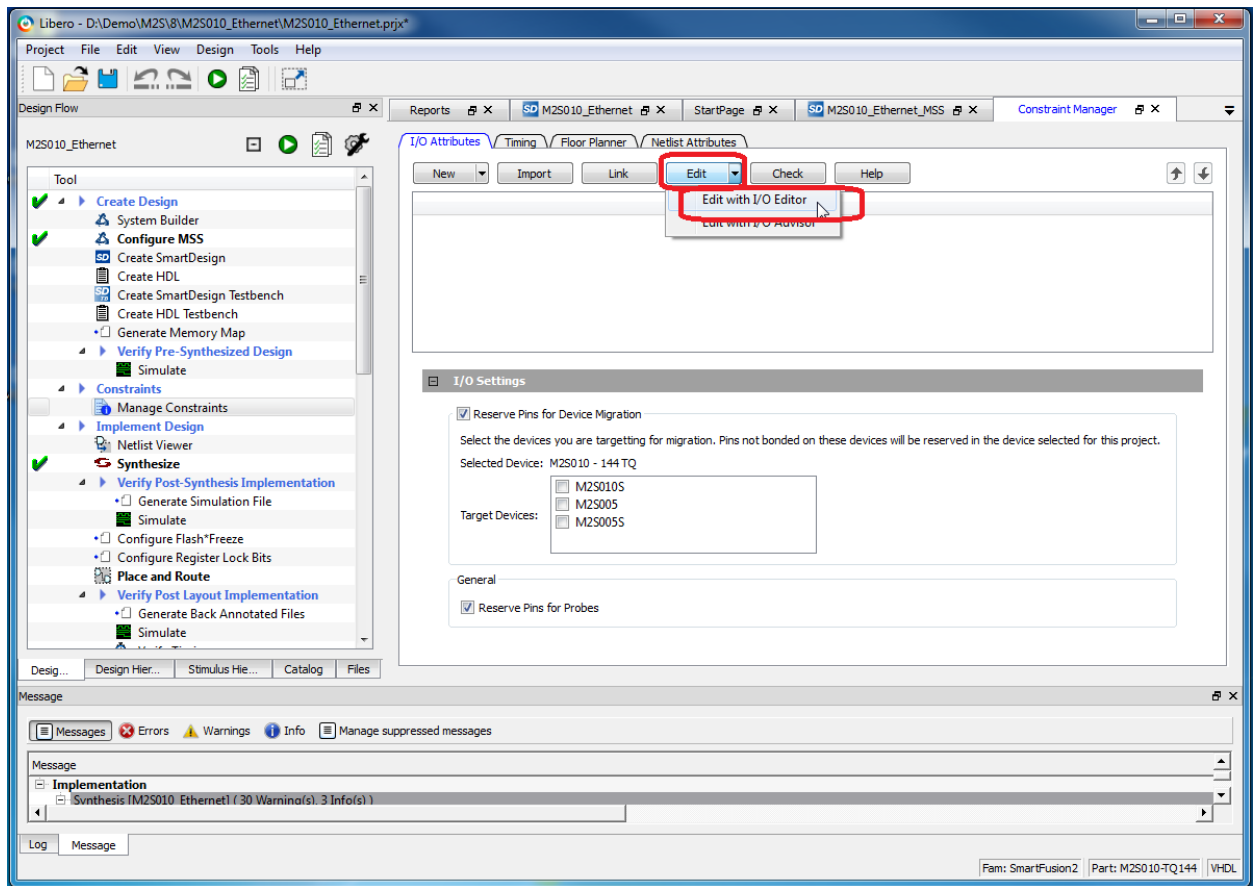


Рис. 30.

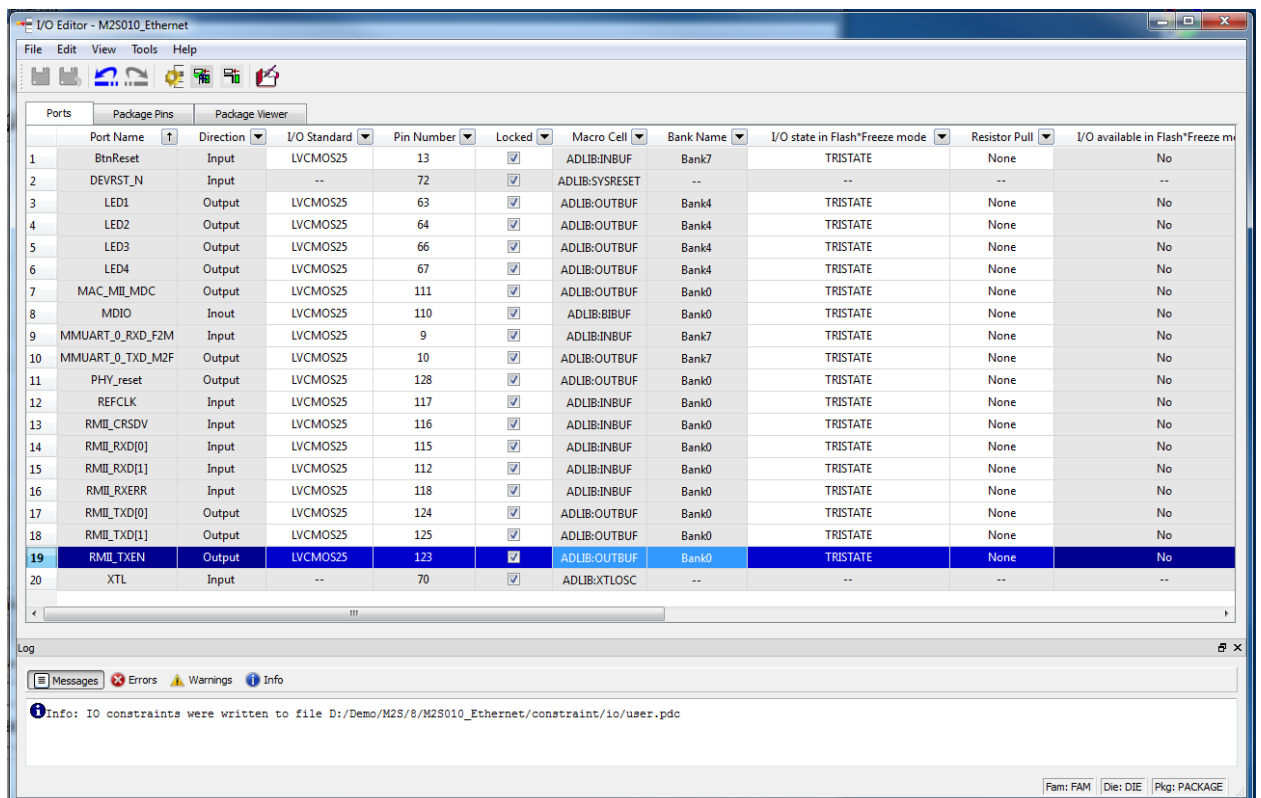


Рис. 31.

Выполним команду Place and Route > Run (рис . 32)

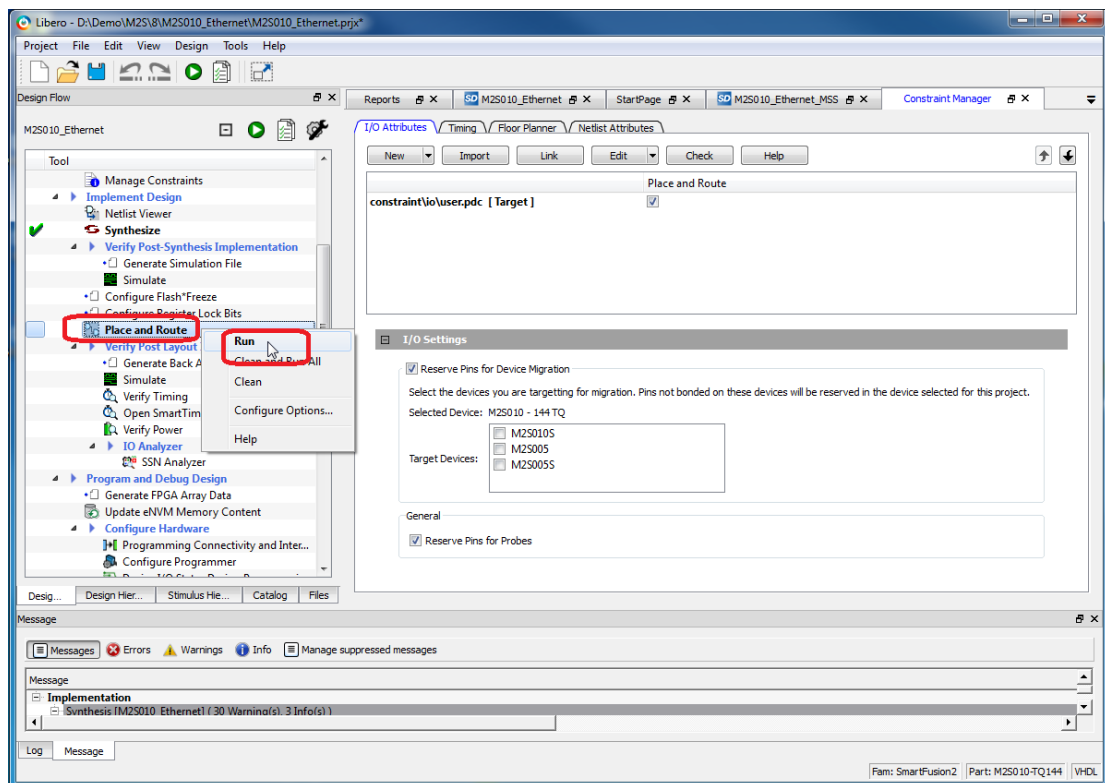


Рис. 32.

Разработка проекта встраиваемого программного обеспечения

На основе заданной в проекте Libero SoC конфигурации СнК определим состав программных драйверов которые необходимы нам для сборки встроенного программного обеспечения (ВПО). Для этого выполним команду **Configure Firmware Cores** во вкладке **Design Flow** (рис. 33).

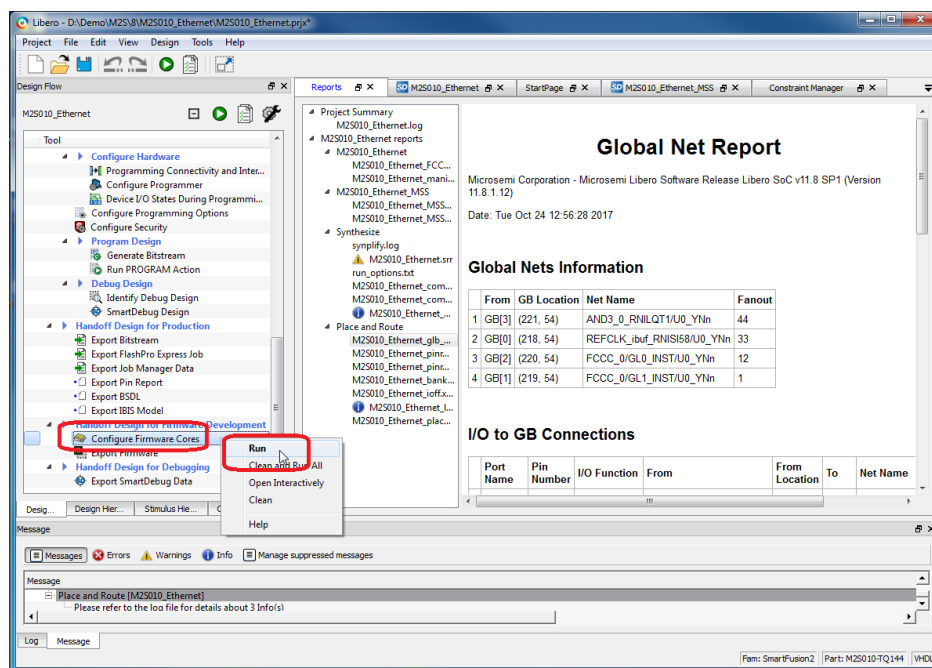


Рис. 33.

В случае если во вкладке **DESIGN_FIRMWARE** один или несколько драйверов отображены курсивом, необходимо нажать кнопку **Download All Firmware** (рис. 34) для загрузки отсутствующих драйверов по сети Internet с сайта производителя (для успешной загрузки компьютер должен быть подключен к сети Интернет).

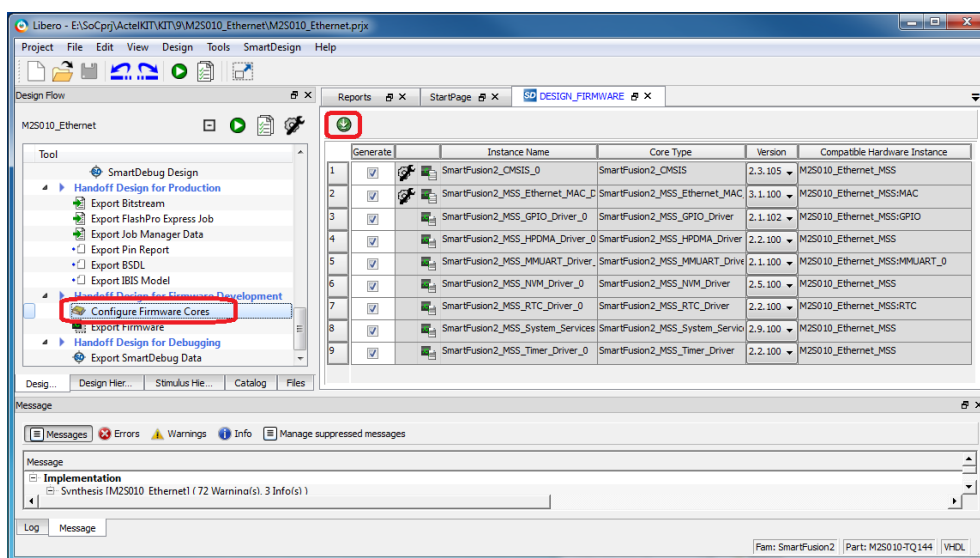


Рис. 34.

Теперь создадим проект встроенного программного обеспечения процессора ARM Cortex-M3.

Процесс создания проекта ВПО описан в [руководстве](#) программиста к примеру проекта «Разработка встраиваемого приложения в среде SoftConsole 4.0» [доступному на сайте](#) компании ООО «ПСР Актел». Создадим проект в соответствии с рекомендациями в данном руководстве.

В каталог с файлами проекта ВПО добавим файл main.c, а также файлы и каталоги из папки Source, прилагаемого к данному руководству.

Для успешной сборки исполняемого файла ВПО расположение добавленных каталогов ../Application, ../FreeRTOS, ../lwip-1.4.1 со всеми вложенными каталогами нужно указать в параметрах Include paths компилятора (рис. 35) и установить ряд директив препроцессора (рис. 36).

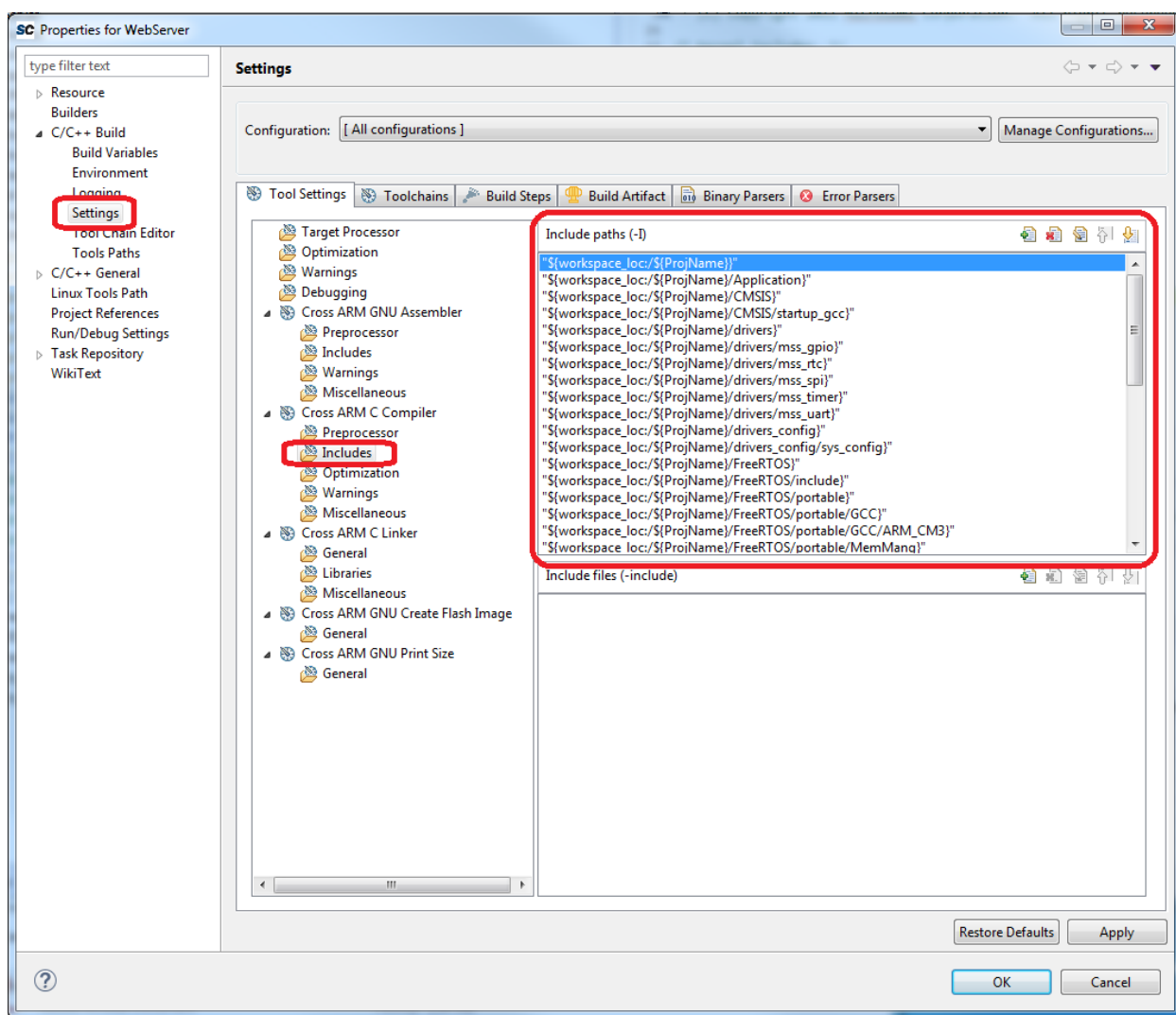


Рис. 35.

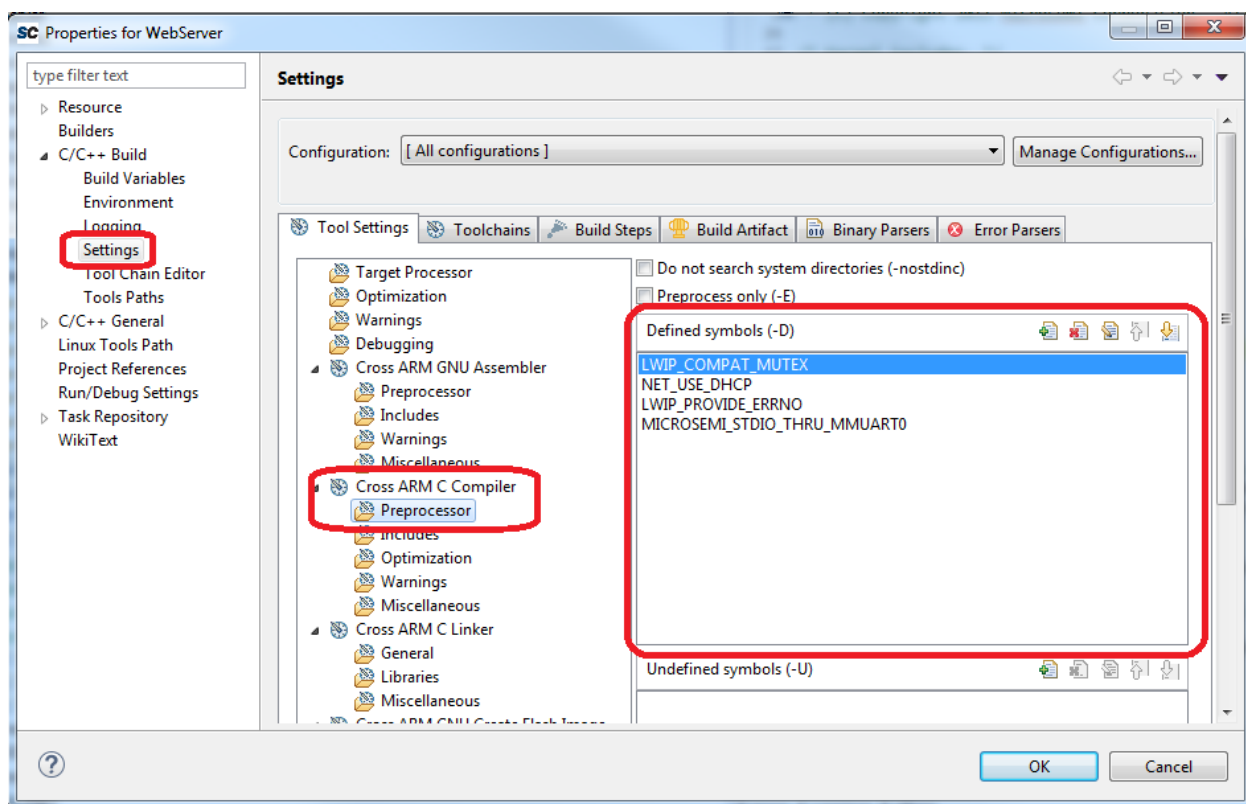


Рис. 36.

Для рассматриваемого примера проекта за основу взято приложение [DG0472 Running observer and TFTP Server on SmartFusion2 Devices Using lwIP and FreeRTOS](#) из примера проекта СнК отладочного набора [SmartFusion2 Development Kit](#).

HTML-код страниц Web-сайта отображаемых по запросу пользователя располагается в файлах webpages.h и httpserver-netconn.c в папке /Application. Код первой страницы сайта находится в файле webpages.h, реакция на ввод пользователя описана в httpserver-netconn.c.

Аппаратные ресурсы отладочных наборов SF2 Dev KIT и SF2-Junior-KIT имеют отличия. В частности на SF2-Junior-KIT установлены только 4 светодиода, которыми осуществляется управление посредством веб-интерфейса, в то время как оригинальное приложение позволяет управлять 8 светодиодами имеющимися на плате. Для адаптации веб-приложения под аппаратные возможности отладочного набора SF2-Junior-KIT, а также демонстрации возможности приведения отображаемых страниц к любому требуемому виду, в код файлов webpages.h и httpserver-netconn.c были внесены изменения – текст части отображаемых элементов управления русифицирован, на сайт добавлен логотип компании ООО «ПРС Актел».

Описание синтаксиса языка HTML не входит в тему данного руководства, поэтому опустим объяснение назначения и работу HTML-тегов в коде нашего приложения. Проведенные коррекции могут быть легко обнаружены при анализе содержимого файлов webpages.h и httpserver-netconn.c.

Несколько большую сложность вызывает отображение на страницах пользовательского сайта графических материалов, например логотипа компании.

Для вывода изображений нашим веб-сервером в окне браузера необходимо:

- 1) Создать требуемое изображение в каком-либо графическом редакторе и сохранить его в формате jpg (рис. 37);
- 2) Открыть полученный файл в шестнадцатеричном редакторе и сохранить в виде констанды в файле на языке программирования «С» (рис. 38);
- 3) В проект ВПО, в код страницы, на которой будет отображаться рисунок добавить оператор для вывода изображения на экран (рис. 35).

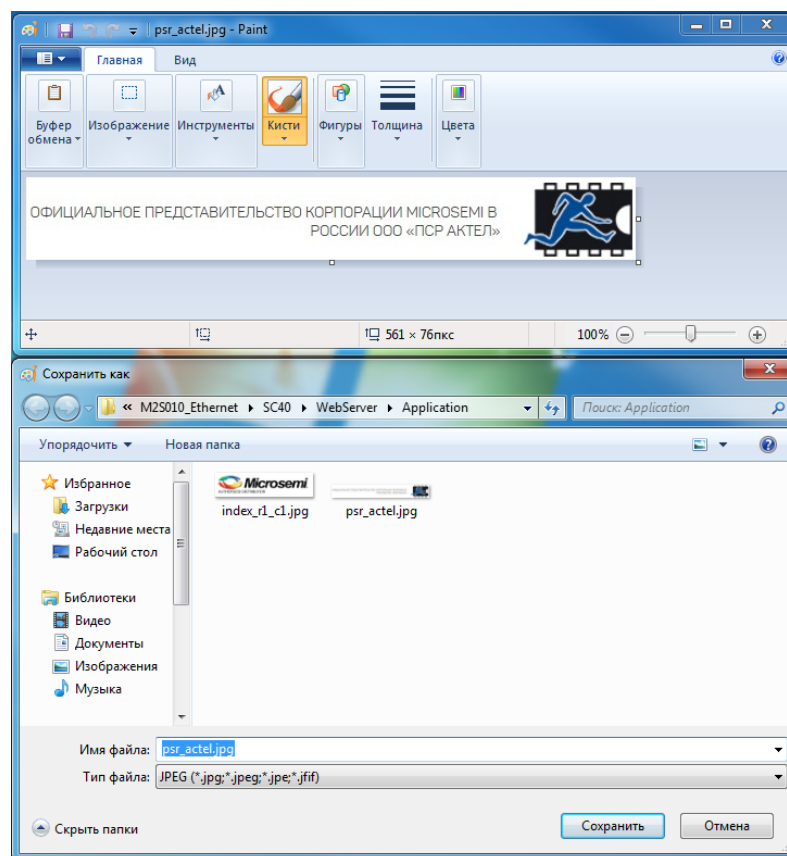


Рис. 37.

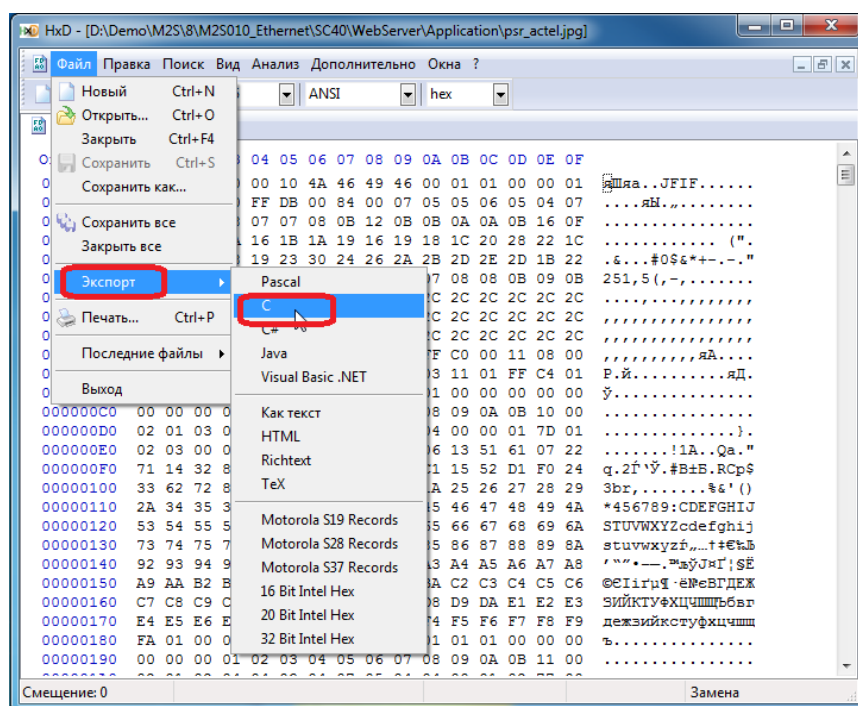


Рис. 38.

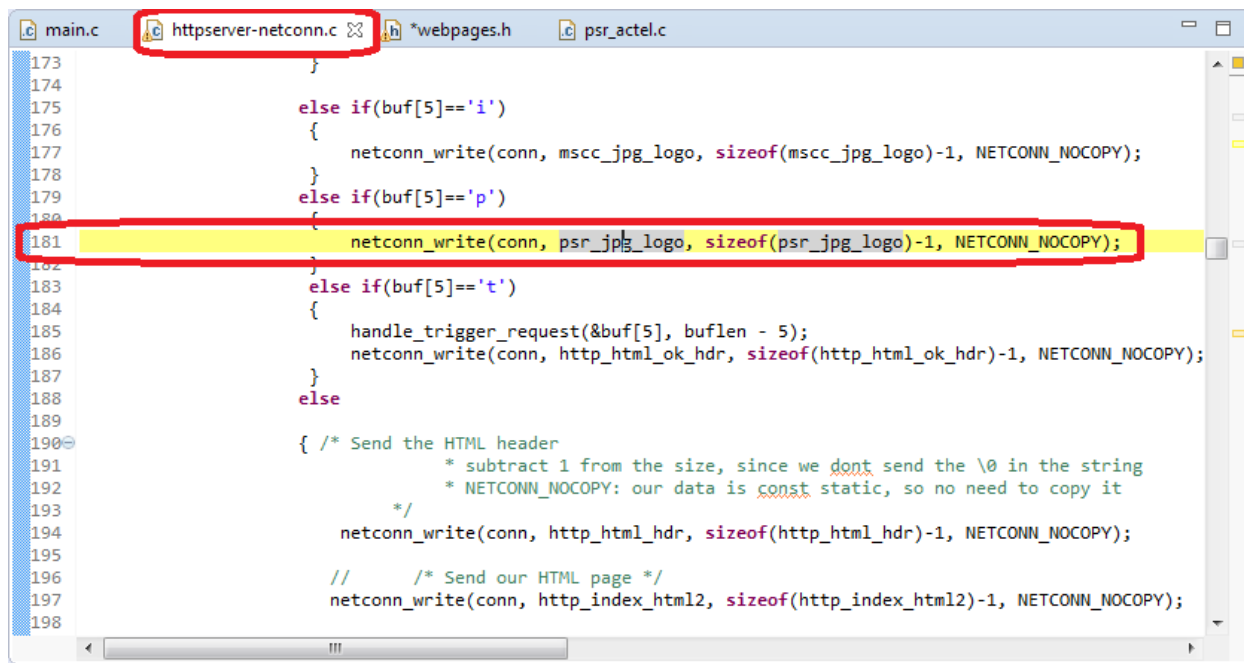


Рис. 39.

Теперь необходимо скомпилировать проект ВПО в конфигурации Release, получить исполняемый приложения файл с расширением *.hex, загрузить его в ПЗУ eNVM микросхемы, получить и загрузить итоговую конфигурационную последовательность в СнК. Все перечисленные операции подробно описаны в [руководствах](#) к предыдущим примерам проектов.

Проверка работы Web-сервера

После загрузки конфигурационной последовательности проекта в кристалл необходимо подключить отладочный набор SF2-Junior-KIT к локальной сети как показано на рис. 2.

Подключение контактов приемопередатчика HC-06 к разъему отладочного набора описан в табл. 4.

Таблица 4. Подключение модуля HC-06 к разъему X10 отладочного набора SF2-Junior-KIT

№ контакта разъема X10 SF2-Junior-KIT	Номер контакта M2S010-TQ144	Название цепи проекта СнК / принципиальной схемы	Название цепи модуля HC-06
5	9	MMUART_0_RXD_F2M	RXD
6	10	MMUART_0_TXD_M2F	TXD
25	-	+3.3V	VCC
29	-	GND	GND

На персональном компьютере необходимо запустить программу терминал, например TeraTerm с настройками соответствующие параметрам модуля HC-06, подключенного к набору.

После нажатия кнопки Reset на плате отладочного набора в окне теримнала появится приветственное сообщение:

```
*****
##      Welcome to SmartFusion2 Webserver TCP Demo      ##
*****
##      Initializing the MAC and getting IP Address      ##
*****
```

Приблизительно через 3 секунды после появления приветствия в окне терминала отобразится IP-адрес, по которому можно зайти на сайт, поддерживаемый разработанным нами веб-сервером (рис. 40).

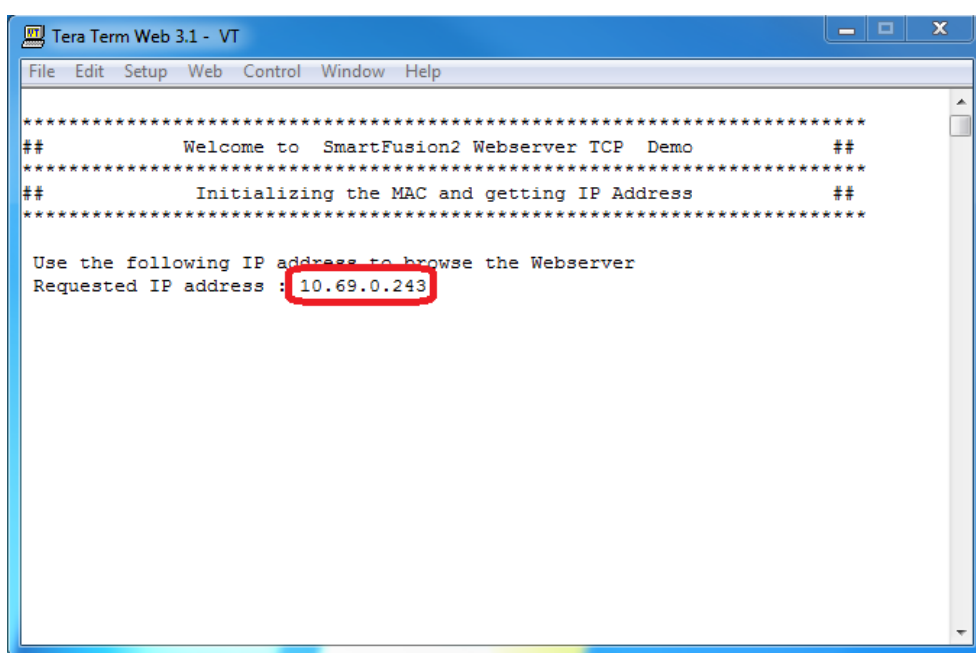


Рис. 40.

Указанный IP-адрес необходимо ввести в окне адреса веб-браузера, например Google chrome. В ответ веб-сервер пришлет контент страницы, который отобразится в окне веб-браузера (рис. 41).

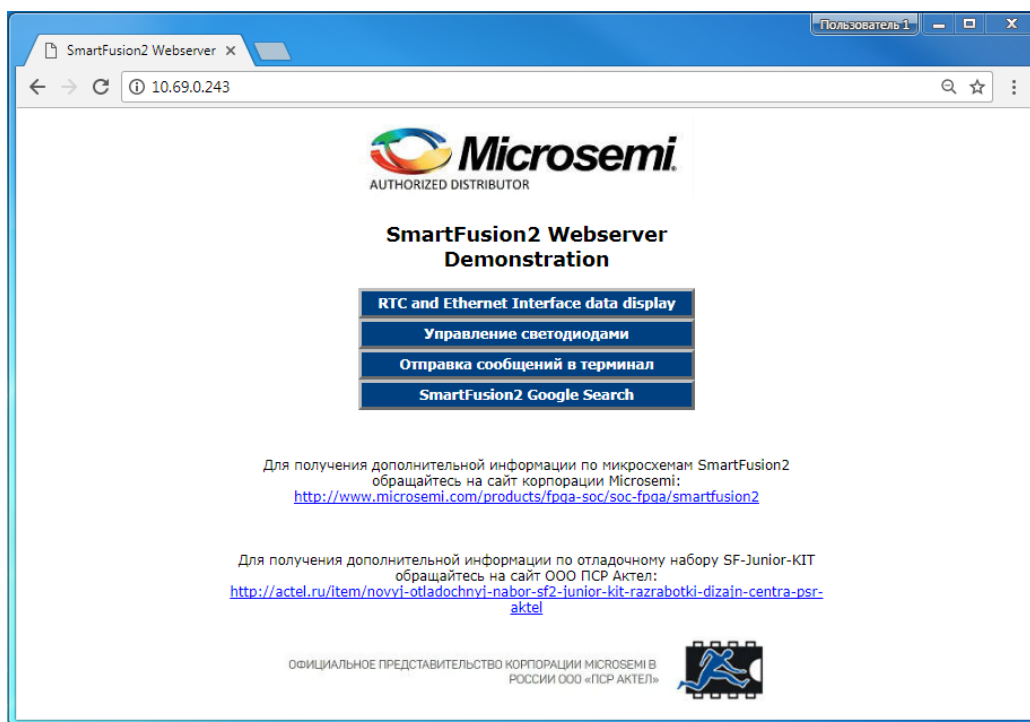


Рис. 41.

С помощью доступного веб-интерфейса и загруженного в отладочный набор ВПО можно установить значение часов реально времени, помигать светодиодами на плате отладочного набора и отправить в терминал сообщение текстовое сообщение.

Проекты Снк и ВПО, разработка которых описана в данном руководстве, файлы с исходным кодом встроенного программного обеспечения можно скачать по [ССЫЛКЕ](#).

Вопросы по материалу, изложенному в данном руководстве, можно задать сотрудникам службы технической поддержки компании ООО «ПСП Актел» по телефону +7 (812) 740-60-09, или по электронной почте **support@actel.ru**.