

# Инструментальное программное обеспечение MF01

Интерактивная среда разработки фильтровых  
трактов “MFStudio”.

Руководство пользователя

Версия 1.0

11 апреля 2006 г.

## **Оглавление**

1. Структура среды разработки фильтровых трактов .....	3
2. Страница 1: "Settings" .....	4
3. Страница 2: "Model" .....	8
4. Страница 3: "Configuration Checker" .....	11
Приложение. Файл инициализации.	13

## 1. Структура среды разработки фильтровых трактов

В данном документе приведено описание интерактивной визуализированной среды разработки загружаемых конфигураций MF. Среда разработки представляет собой программу с тремя основными страницами (закладками). Каждая из страниц ориентирована на решение одной из задач, возникающих обычно при проведении разработок сложных многокаскадных фильтровых трактов:

- оценка потенциально достижимых результатов фильтрации при той или иной комбинации каскадов фильтрации;
- оценка реакции устройства при выбранных настройках на различные виды входных воздействий;
- подбор конфигураций MF, удовлетворяющей заданным требованиям.

## 2. Страница 1: “Settings”

Первая страница позволяет получить идеальную амплитудно-частотную характеристику устройства. Общий вид первой страницы показан на Рис. 1. Страница представляет собой набор из ряда редактируемых полей и кнопки “View Amplitude-Frequency Response” - расчет результирующей АЧХ.

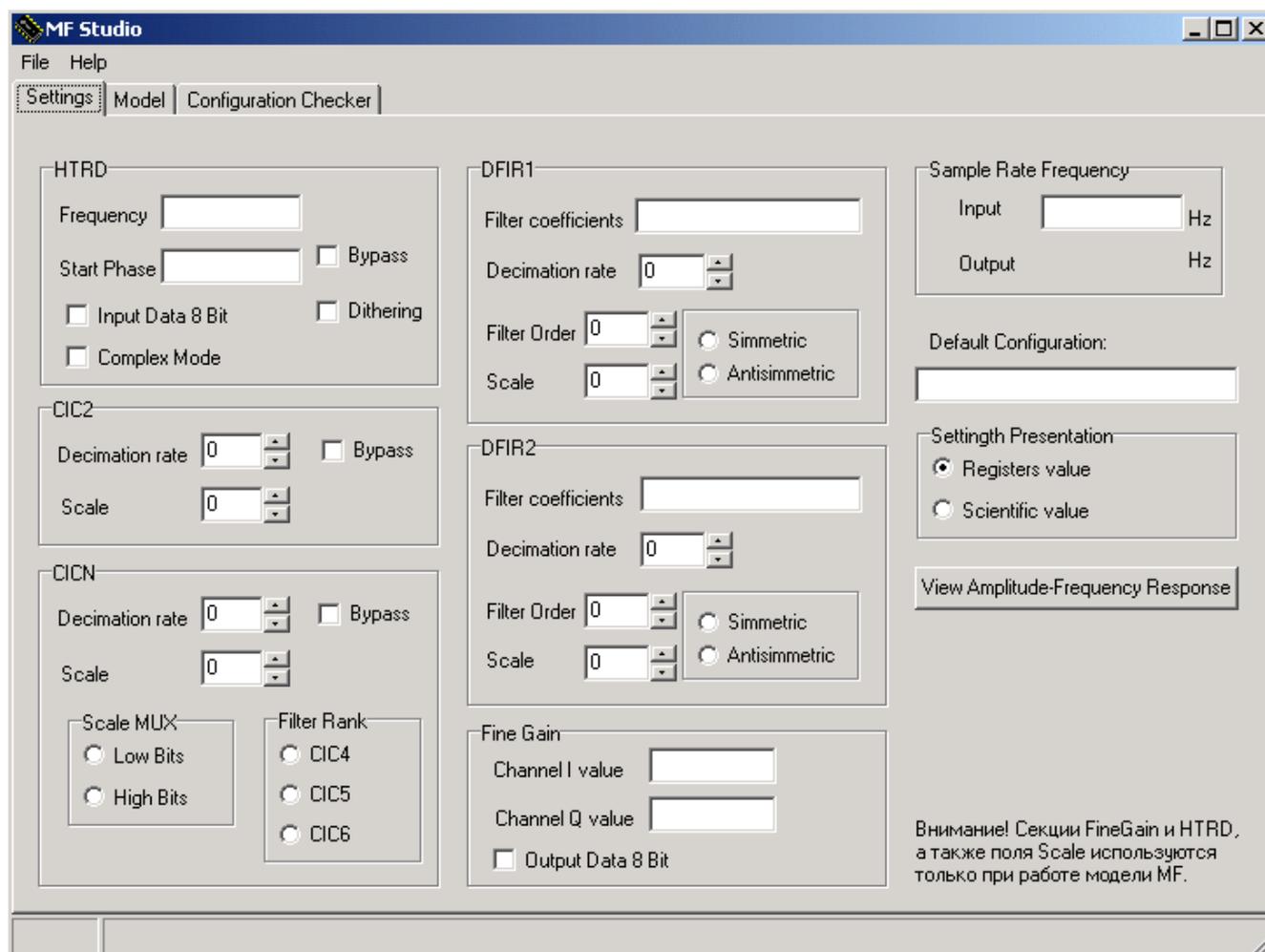


Рис. 1 Главная страница

## Интерактивная среда разработки MFStudio.

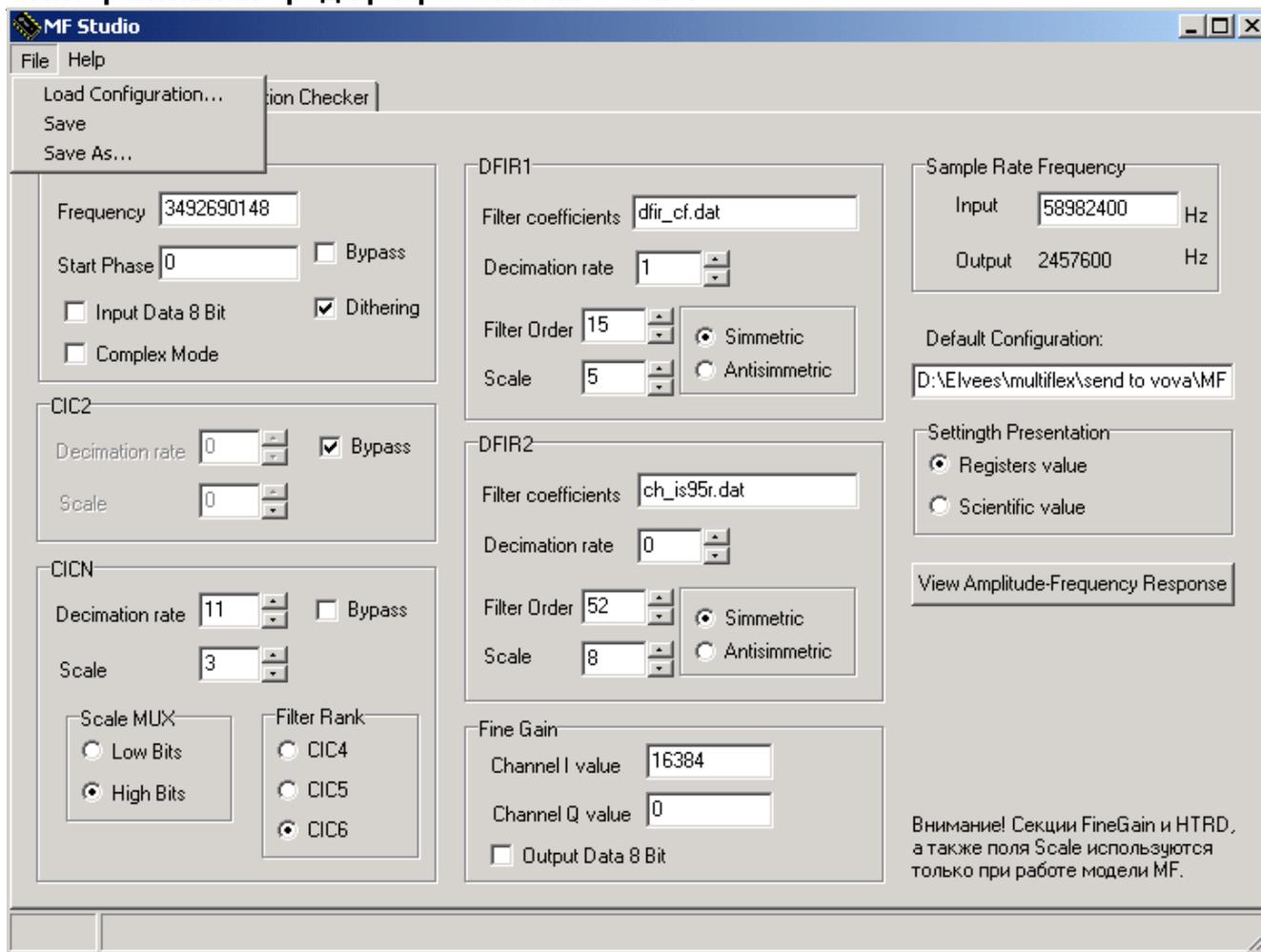


Рис. 2 Главная страница с установленными параметрами

Параметры могут устанавливаться двумя способами (см. Рис. 2):

- напрямую, через редактируемые поля;
- посредством загрузки файла конфигурации (используется опция “Load Configuration...” из меню File)

Все устанавливаемые параметры разбиты на секции, каждая из которых соответствует одному из блоков устройства. Задаваемые в редактируемых полях параметры (а так же параметры сохраняемые в файл) интерпретируются программой в соответствии с форматом задания параметров, принятом в спецификации на MF для установок, записываемых в регистры устройства. В тоже время, при снятии флажка “Registers settings presentation” отображаемые в окне параметры будут представлены в виде реальных значений. Это относится к отображению значений в полях: “Decimation rate”, “Scale” и “Filter order”.

Структура файла инициализации подобна файлу инициализации, используемому в модели MF и раскрыта в приложении. Необходимо отметить, что коэффициенты DFIR1 и DFIR2 записываются в соответствующие файлы строго в соответствии со спецификацией на кристалл.

## Интерактивная среда разработки MFStudio.

Соответствие (взаимная зависимость) всех полей программы и регистров настройки MF согласно спецификациям представлены в виде таблицы ниже. Значение входной частоты дискретизации (поле “Sample Rate Frequency”) используется для расчета выходной частоты дискретизации и в качестве оси частот при построении графика результирующей АЧХ.

Таблица 1

Секция	Параметр	Назначение	Регистр	Бит	Имя поля
HTRD	Frequency	Частота гетеродина	RX*_NCO_FRQL, RX*_NCO_FRQH		
	Start Phase	Начальная фаза гетеродина	RX*_NCO_PHASE		
	Dithering	Вкл./выкл. дитеринга	RX*_LCFG	14	pdith_en
	Input Data 8 Bit	Входной сигнал 8 или 16 бит	RX_CFG	5:3	in_type
	Complex Mode	Комплексный входной сигнал	RX_CFG	5:3	in_type
	Bypass	Вкл./выкл гетеродина	RX_CFG	5:3	in_type
CIC2	Decimation Rate	Коэффициент децимации	RX*_DCIC2	14:8	dr
	Scale	Масштабирующий коэффициент	RX*_DCIC2	3:0	scl
	Bypass	Вкл./выкл каскада CIC2	RX*_DCIC2	15	mode
CICN	Decimation Rate	Коэффициент децимации	RX*_DCICN	13:8	dr
	Scale	Масштабирующий коэффициент	RX*_DCICN	3:0	scl
	Scale MUX	Переключение диапазона Scale	RX*_DCICN	4	scl_mx
	Filter Rank	Изменение порядка фильтра (4:6)	RX*_DCICN	15:14	Mode
	Bypass	Вкл./выкл каскада CIC2	RX*_DCICN	15:14	mode
DFIR1	Filter Coefficients	Коэффициенты фильтра	RX*_CF_DFIR1		
	Scale	Масштабирующий коэффициент	RX*_DFIR1_CFG2	3:0	scl
	Filter Oder	Порядок фильтра	RX*_DFIR1_CFG1	13:8	order
	Decimation Rate	Коэффициент децимации	RX*_DFIR1_CFG1	3:0	dr
	Simmetric/Asimm.	Симметричность/антисимметричность	RX*_DFIR1_CFG1	14	sym
DFIR2	Filter Coefficients	Коэффициенты фильтра	RX*_CF_DFIR2		
	Decimation Rate	Масштабирующий коэффициент	RX*_DFIR2_CFG2	3:0	scl
	Filter Oder	Порядок фильтра	RX*_DFIR2_CFG1	13:8	order
	Scale	Коэффициент децимации	RX*_DFIR2_CFG1	3:0	dr
	Simmetric/Asimm.	Симметричность/антисимметричность	RX*_DFIR2_CFG1	14	sym
Fine Gain	Channel I value	Коэффициент усиления I канала	RX*_GAIN_I		
	Channel Q value	Коэффициент усиления Q канала	RX*_GAIN_Q		
	Output Data 8 Bit	Выходные данные 8 или 16 бит	RX_CFG	1	out_fmt

После установки всех параметров и нажатия кнопки “View Amplitude-Frequency Response” выполняется расчет нормированной идеальной АЧХ на выходе каждого из каскадов и расчет результирующей АЧХ всего фильтрового тракта. Эта характеристика рассчитывается без учета ограничений разрядности и масштабирования данных в Scaler на выходе каждого из блоков MF (об этом предупреждает надпись в правом нижнем углу окна).

## Интерактивная среда разработки MFStudio.

Примерный вид получаемой АЧХ показан на Рис. 3. Расположенные в данном окне настройки позволяют оценить влияние каждого каскада децимации. Для этого в поле "Show MF Blocks" необходимо отметить соответствующую интересующему блоку позицию (установить "галочку"). В поле "Presentation" выбирается вид представления:

- "Progressive total" – получение характеристики суммы включенных каскадов;
- "Single Characteristics" – характеристика каждого каскада выводится по отдельности.

При нажатии кнопки "Set As Reference" настройки текущей АЧХ сохраняются в файле "reference.ini" и могут быть использованы для сравнения с другими характеристиками (кривая "Reference"). Кнопка "Save To Bitmap File" позволяет сохранить изображение в виде \*.bmp файла.

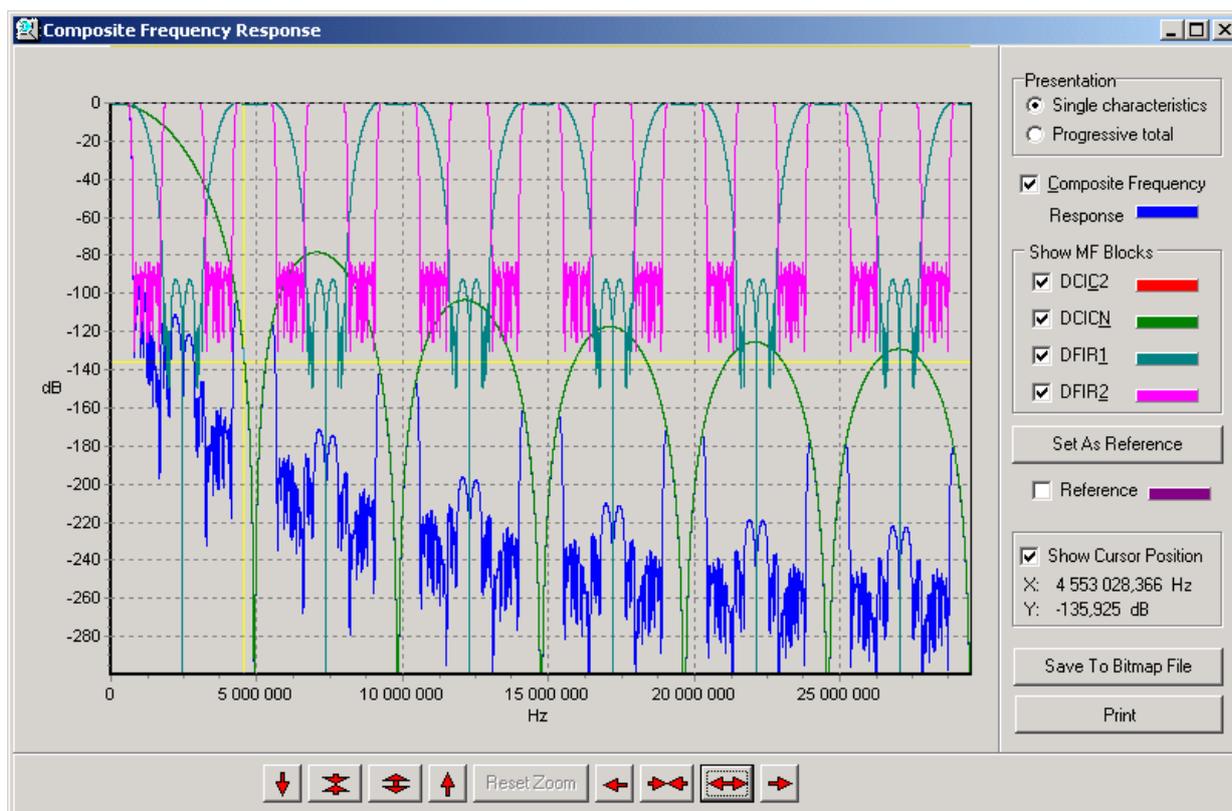


Рис. 3 Результирующая идеальная АЧХ

### 3. Страница 2: “Model”

Вторая страница позволяет оценить реакцию реального устройства на входное воздействие. Общий вид данной страницы показан на Рис. 4.

В качестве модели используется функционально идентичная поведенческая модель устройства. При моделировании формируется экземпляр класса MF01\_MODEL\_[2], который реализует функционально законченный элемент, соответствующий одному каналу приемного тракта MF01 по назначению, выполняемым функциям и управлению, в соответствии с определенными в спецификациях требованиями.

При работе модели используются параметры, устанавливаемые на первой странице программы. В отличие от расчета идеализированной АЧХ, при работе модели учитываются все ограничения разрядности в устройстве, т.е. используется информация всех представленных на первой странице полей.

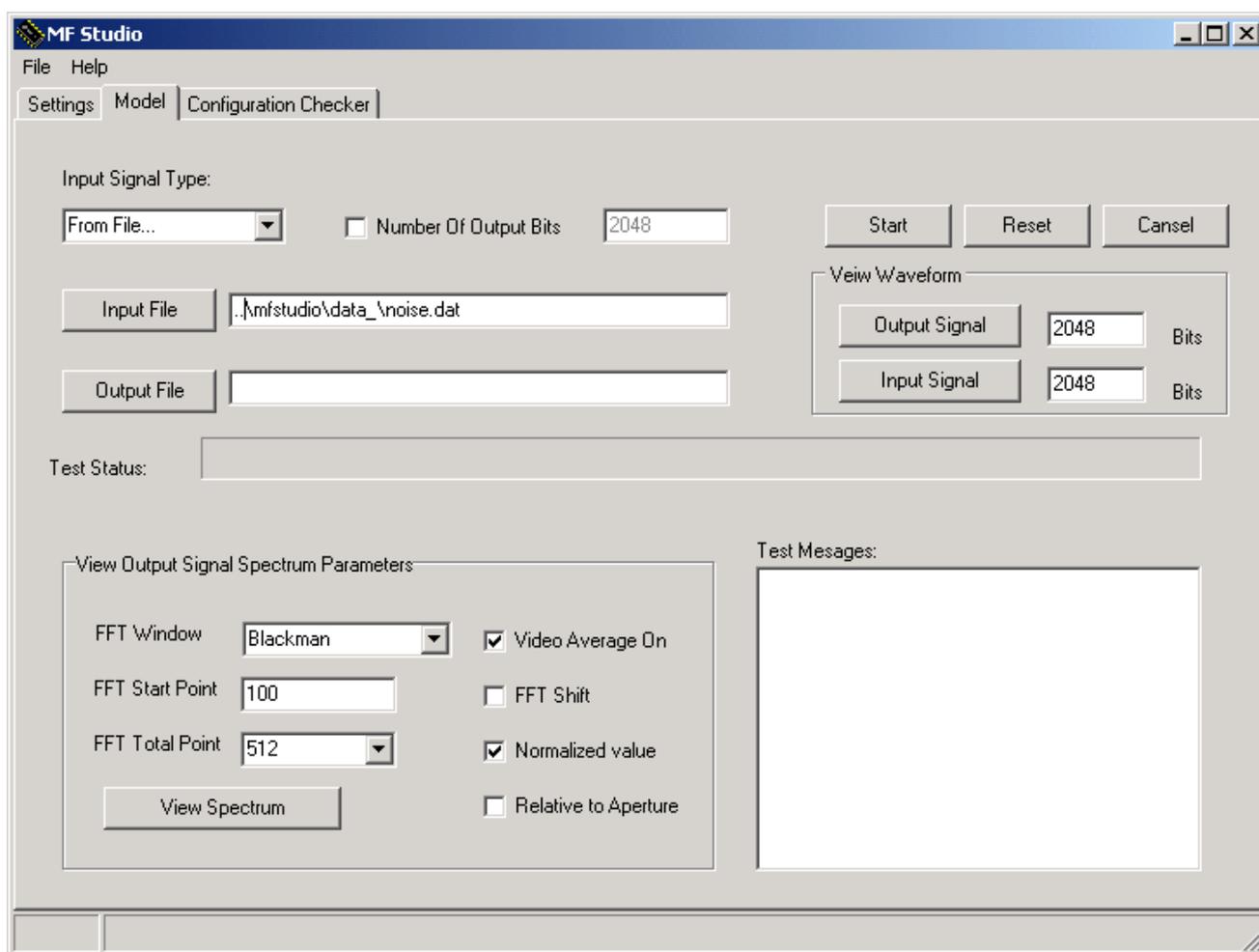


Рис. 4 Страница моделирования устройства

В качестве входного воздействия может быть выбран один из следующих вариантов:

- стандартное воздействие:

## Интерактивная среда разработки MFStudio.

---

- импульс переменной длительности;
- два тональных сигнала;
- белый шум;
- сформированное пользователем воздействие.

Выбор воздействия выполняется посредством выбора опции из меню “Input Signal Type” и задания необходимых параметров. Сформированное пользователем воздействие записывается в файл и подключается к модели через указание имени файла в (кнопка “Input File”). Запуск моделирования выполняется нажатием кнопки “Start”.

Выборка отсчетов из файла ограничивается следующим образом: если в поле “Number Of Output Bits” указано требуемое количество выходных отсчетов, то модель работает до тех пор пока такое количество отсчетов не будет получено; в противном случае работа модели ведется до тех пор, пока не будет достигнут конец файл с входным воздействием.

Формируемые отсчеты выходного сигнала записываются в виде файла (задается через кнопку “Output File”) и могут быть использованы пользователем для дальнейшего анализа.

По окончании работы модели кнопки на панели “View Waveform” позволяют посмотреть временные характеристики на входе и выходе устройства. Кнопка “View Spectrum”, в свою очередь, позволяет посмотреть спектр сигнала на выходе устройства. Дополнительными опциями являются:

- “Vide Average On” – усреднение нескольких выборок спектра; для реализации этой опции количество полученных отсчетов должно быть в два раза больше, чем заданная длина FFT.
- “FFT Shift” – получение центрированной относительно нуля частотной характеристики.
- “Normalized Value” – построение нормированной частотной характеристики относительно максимального значения в спектре.
- “Relative To Aperture” – построение частотной характеристики, нормированной относительно полной разрядности представления данных.

Вид формируемой спектральной характеристики показан на Рис. 5. Назначение панелей и кнопок аналогично рассмотренному выше случаю построения АЧХ (см Рис. 3). Отличие состоит в том, что посмотреть сигнал на выходе отдельных каскадов можно только по отдельности. При установке флажка “Absolute Frequency” все АЧХ отображаются в относительных частотах.

Если в процессе моделирования на выходе какого либо каскада возникает перегрузка, в окне “Test Message” выводится соответствующее сообщение с указанием каскада и вероятности перегрузки.

При использовании режима комплексного гетеродинамирования объединение сигналов двух каналов производится только после DCICN. Необходимо отметить, что выводимые при этом частотные характеристики на выходе HTRD и DCIC2 отражают спектр сигнала только в одном из каналов, в то время как после DCICN отображается истинный комплексный спектр сигнала.

## Интерактивная среда разработки MFStudio.

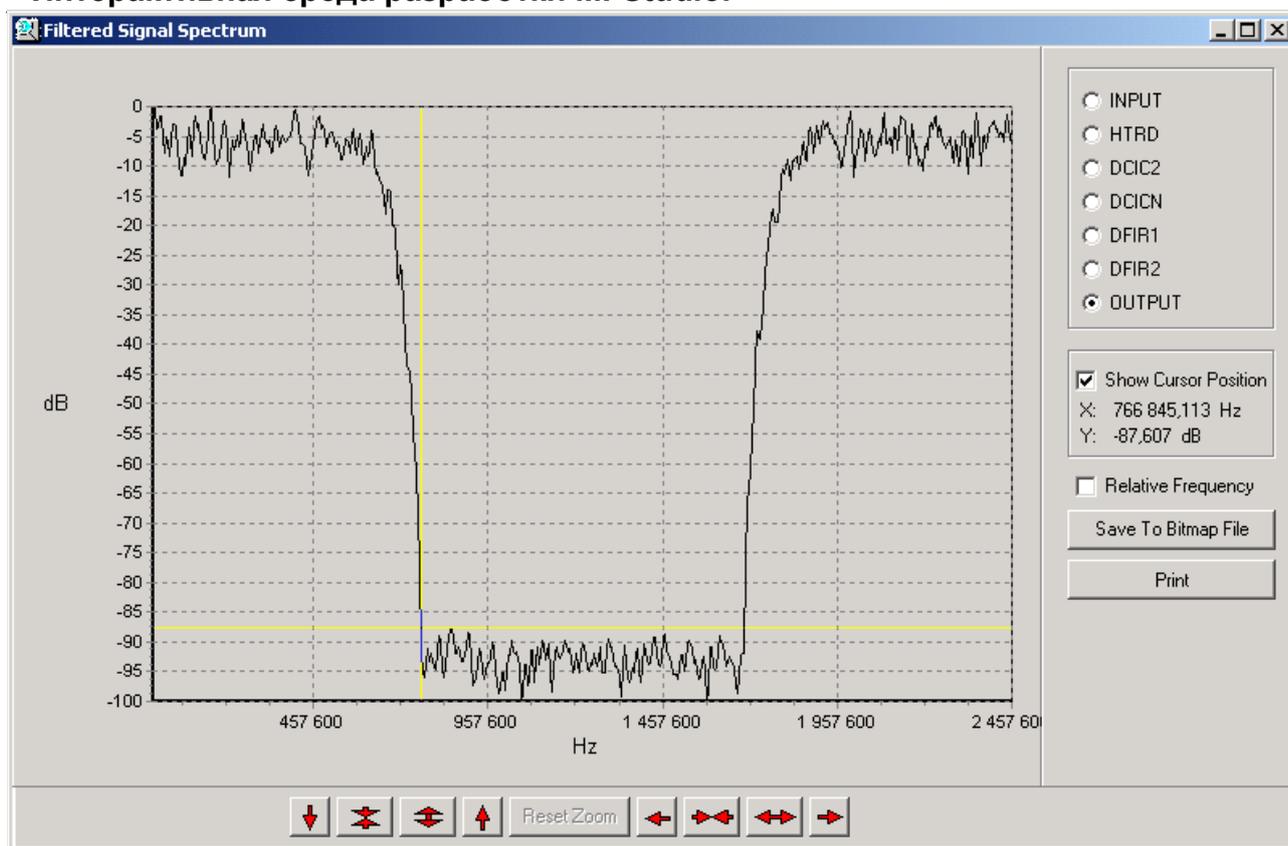


Рис. 5 Спектр отфильтрованного сигнала.

## 4. Страница 3: “Configuration Checker”

Страница 3 предназначена для поиска подходящих конфигураций устройства по заданным требованиям на полосу пропускания, неравномерность в полосе пропускания и внеполосное подавление каскада фильтрации. Все эти параметры задаются в поле “Filtering Specifications” (см. Рис. 6):

- “Passband” – параметры фильтрации в полосе пропускания: ширина полосы (Width) и неравномерность в полосе (Ripple);
- “Stopband” – параметры трех полос задержания: начальная частота (Frequency) и подавление в полосе задержания (Attenuation).

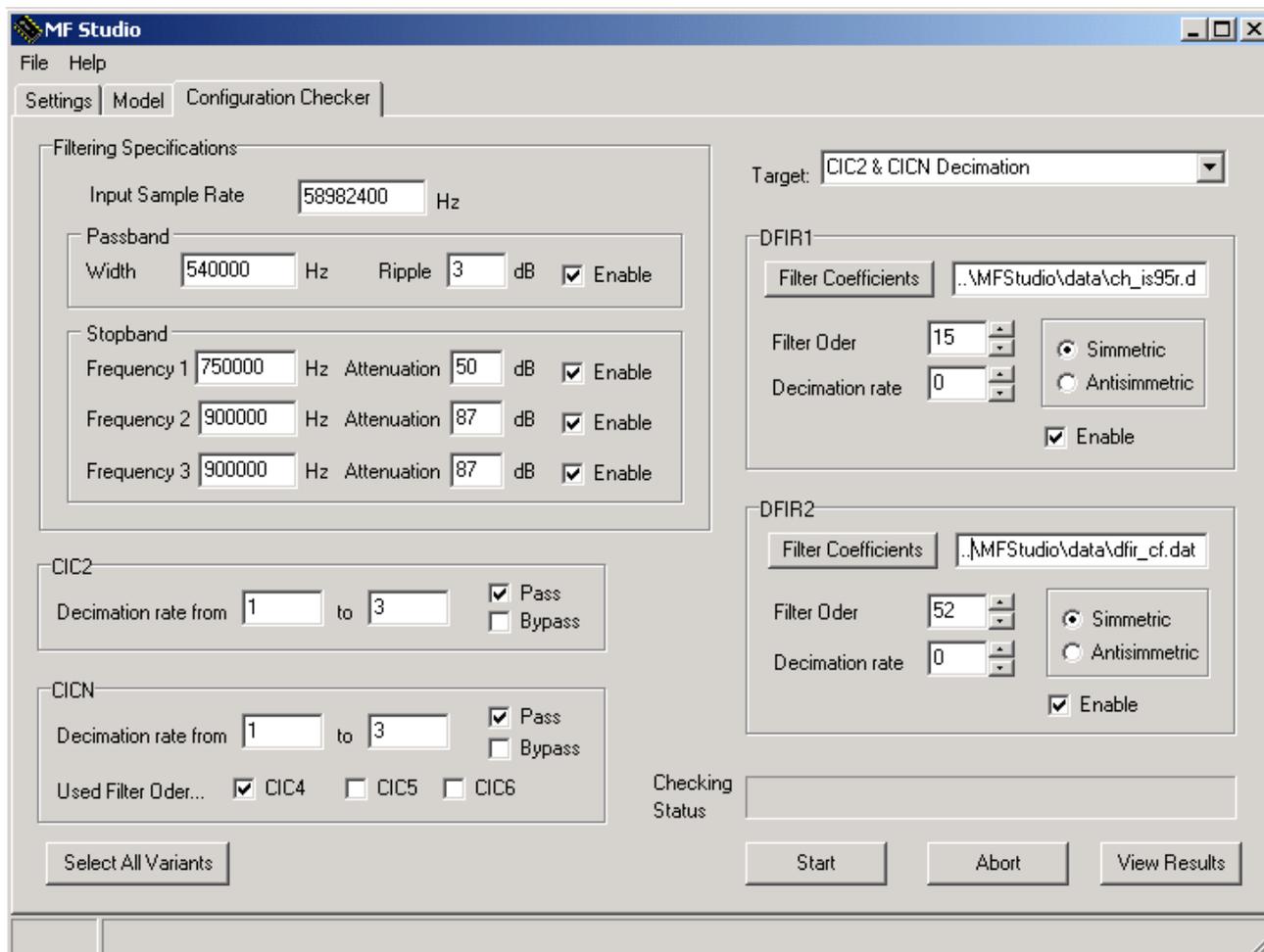


Рис. 6 Окно проверки конфигураций MF.

Та же как и страница 1, данная страница оперирует в расчетах идеальными амплитудно-частотными характеристиками. Поиск подходящих под заданные требования фильтрации конфигураций MF выполняется последовательной проверкой всех разрешенных пользователем комбинаций параметров. Для этого у изменяемых параметров сделаны два редактируемых поля: поле начального значения параметра (“...from”) и поле конечного

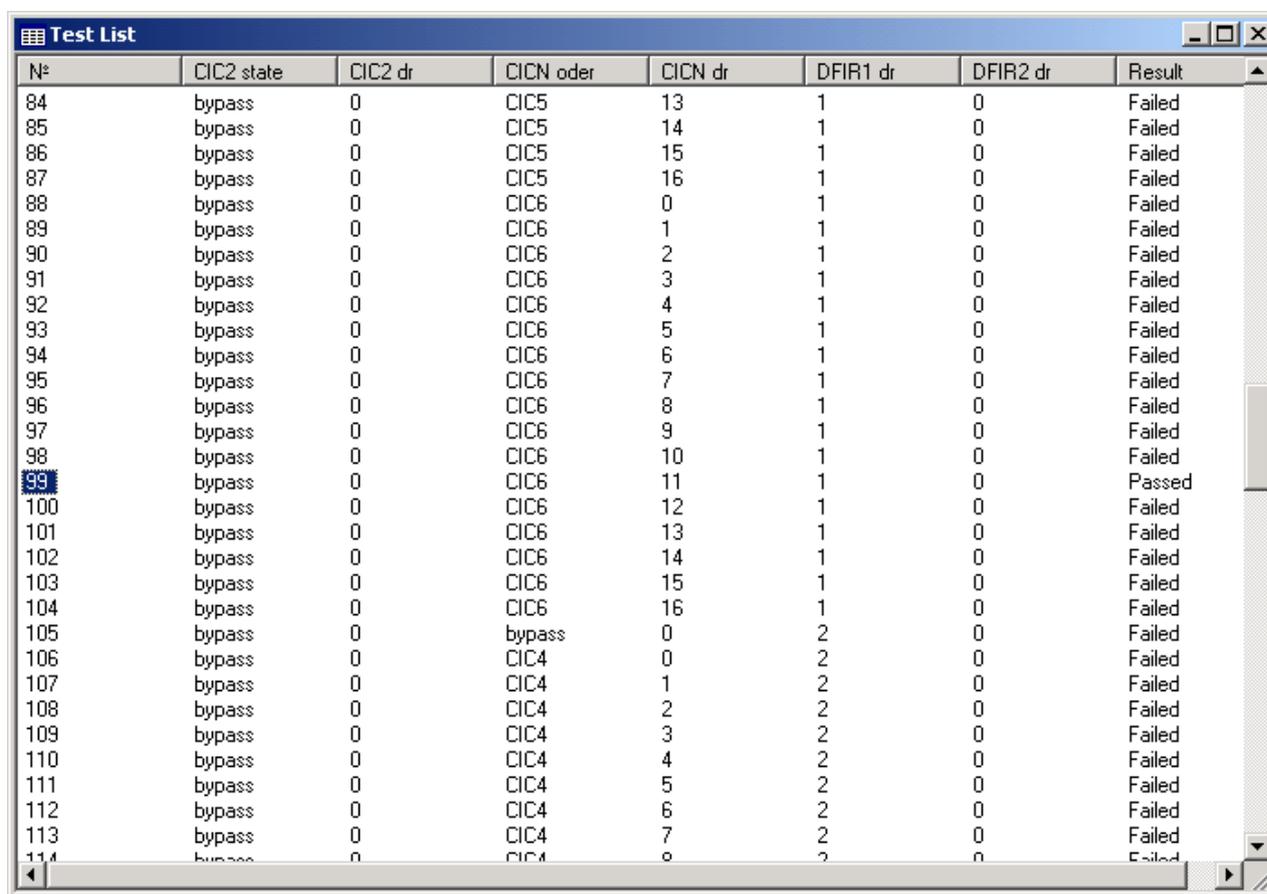
## Интерактивная среда разработки MFStudio.

значения параметра (“to”). При нажатии кнопки “Select All Variants” в редактируемых полях устанавливаются все допустимые по спецификациям варианты.

По окончании тестирования, после нажатия кнопки “View Results” открывается листинг результатов тестирования, вид которого показан на Рис. 7. Каждая строка соответствует одной из комбинаций параметров фильтрового тракта. В последней колонке (“Result”) указывается результат проверки для данной комбинации параметров:

- “Passed” – если результат соответствует заданным “Filtering Specifications”;
- “Failed” – в противоположном случае.

Двойной щелчок на номер комбинации приводит к открытию окна, показанного на Рис. 3, и построению АЧХ с этой комбинацией параметров. Синим и красным цветами на рисунке показываются зоны удовлетворяющие и не удовлетворяющие заданным требованиям по подавлению (“Stopband”). При этом выбором цели (“Target”) можно смягчить требования к фильтрации, считая правильными все комбинации, удовлетворяющие по требованиям к полосе пропускания (Passband Priority) или вне полосному подавлению (Stopband Priority).



№	CIC2 state	CIC2 dr	CICN oder	CICN dr	DFIR1 dr	DFIR2 dr	Result
84	bypass	0	CIC5	13	1	0	Failed
85	bypass	0	CIC5	14	1	0	Failed
86	bypass	0	CIC5	15	1	0	Failed
87	bypass	0	CIC5	16	1	0	Failed
88	bypass	0	CIC6	0	1	0	Failed
89	bypass	0	CIC6	1	1	0	Failed
90	bypass	0	CIC6	2	1	0	Failed
91	bypass	0	CIC6	3	1	0	Failed
92	bypass	0	CIC6	4	1	0	Failed
93	bypass	0	CIC6	5	1	0	Failed
94	bypass	0	CIC6	6	1	0	Failed
95	bypass	0	CIC6	7	1	0	Failed
96	bypass	0	CIC6	8	1	0	Failed
97	bypass	0	CIC6	9	1	0	Failed
98	bypass	0	CIC6	10	1	0	Failed
99	bypass	0	CIC6	11	1	0	Passed
100	bypass	0	CIC6	12	1	0	Failed
101	bypass	0	CIC6	13	1	0	Failed
102	bypass	0	CIC6	14	1	0	Failed
103	bypass	0	CIC6	15	1	0	Failed
104	bypass	0	CIC6	16	1	0	Failed
105	bypass	0	bypass	0	2	0	Failed
106	bypass	0	CIC4	0	2	0	Failed
107	bypass	0	CIC4	1	2	0	Failed
108	bypass	0	CIC4	2	2	0	Failed
109	bypass	0	CIC4	3	2	0	Failed
110	bypass	0	CIC4	4	2	0	Failed
111	bypass	0	CIC4	5	2	0	Failed
112	bypass	0	CIC4	6	2	0	Failed
113	bypass	0	CIC4	7	2	0	Failed
114	bypass	0	CIC4	8	2	0	Failed

Рис. 7 Листинг результатов тестирования.

## Приложение. Файл инициализации.

Как уже отмечалось выше, загрузка параметров может выполняться с использованием файлов инициализации. В этом случае параметры блоков в MFstudio устанавливаются в соответствии со спецификациями на блоки и параметры MF01. В отличие от модели MF01 в режиме комплексного гетеродина с ПЧ (*in\_type=2*) используются одни и те же настройки для двух задействованных каналов MF.

Показанные на Рис. 1 - Рис. 7 результаты получены с использованием рассматриваемого ниже примера настроек программы. Необходимые для инициализации и включения данного примера использования файлы собраны в папке *.../distr/example/data/*. В примере реализованы настройки тракта для случая приема сигнала стандарта IS-95 (файл *IS\_95.ini*). Входное воздействие для моделирования (страница 2) представляет собой выборку шумового сигнала с нормальным распределением, записанную в файле *.../distr/example/data/noise.dat*.

### [FREQ]

*in\_freq=58982400* – задаваемая входная тактовая частота устройства (Гц)

*out\_freq=2457600* – рассчитанная выходная тактовая частота устройства (Гц)

[RX] – стандартные настройки (см. описание *RX\_CFG*)

*mode = 0* - режим работы (0..3)

*in\_type = 0* - тип входных данных (0..7)

*in\_fmt = 0* - формат входных данных (0..3)

*out\_fmt = 0* - формат выходных данных (0..3)

### [HTRD]

*pdith\_en=1* – включение и выключение дизеринга (соответственно “1” и “0”)

*nco\_freq=3492690148* – код генерируемой частоты при заданной частоте дискретизации и выбранной промежуточной частоте

*nco\_phase=0* – начальный сдвиг фазы

### [CIC2]

*mode=0* – ключ включения и выключения (соответственно “1” и “0”) каскада децимации на базе фильтра CIC2;

*scl=0* – код сигнала, подаваемого на масштабатор на выходе каскада

*dr=0* – коэффициент децимации (реальный коэффициент децимации - 1)

### [CICN]

*mode=3* – ключ включения и выключения (соответственно “1” и “0”) каскада децимации на базе фильтра CICN и задания режима: принимает 4-ре значения:

- "0" – фильтр выключен;
- "1" – режим CIC4;
- "2" – режим CIC5;
- "3" – режим CIC6;

*dr=11* – коэффициент децимации (реальный коэффициент децимации - 1)

## Интерактивная среда разработки MFStudio.

---

*scl*=3 – код управления масштабатором на выходе каскада (Scaler).

*scl\_mx*=1 – является переключателем мультиплексора на выходе каскада: старшие/младшие разряды (1-MSB 0-LSB).

### [DFIR1]

*file\_coef*=dfir\_cf.dat – файл с коэффициентами КИХ фильтра-дециматора

*oder*=15 – порядок фильтра (количество коэффициентов - 1)

*sym*=0 – антисимметричный или симметричный (соотв. “1” и “0”)

*dr*=1 – коэффициент децимации (реальный коэффициент децимации - 1)

*scl*=5 – код управления масштабатором на выходе каскада (коэффициент усиления )

### [DFIR2]

*file\_coef*= ch\_is95r.dat – файл с коэффициентами канального фильтра

*sym*=0

*dr*=0 – децимация выключена (реальный коэффициент децимации - 1)

*oder*=52

*scl*=8

[GAIN] – имя секции, содержащей коэффициенты для точной амплитудной и фазовой регулировки выходного сигнала тракта

*I*=16384 – реальная часть коэффициента

*Q*=0 – мнимая часть коэффициента