

ДВУХКАНАЛЬНЫЙ МОДУЛЯТОР ДЛЯ ИМИТАЦИИ СИГНАЛОВ СИСТЕМ
ЦИФРОВОЙ И АНАЛОГОВОЙ СВЯЗИ, УПРАВЛЕНИЯ И НАВИГАЦИИ В
ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ, СКОРОСТЕЙ И ТИПОВ МОДУЛЯЦИИ

МОД-500М

Руководство оператора

Версия 1.05

КИФЯ.467764.016

Листов 41

2018 г.

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
1. Назначение ПО МОД-500М	3
1.1. Рабочее место оператора	3
1.2. Состав и размещение ПО	3
1.3. Интерфейс оператора	3
2. Выполнение ПО МОД-500М	6
2.1. Установка ПО МОД-500М.	6
2.2. Запуск ПО МОД-500М.	10
2.3. Выполнение ПО МОД-500М.	10
2.4. Выключение	36
3. Сообщения оператору	38
4. Дополнительные возможности и особые требования при эксплуатации подсистемы	39
5. Перечень сокращений	40

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПО МОД-500М

Программное обеспечение (ПО) МОД-500М предназначено для управления функционированием устройства в процессе выполнения задач по назначению.
Условия выполнения ПО МОД-500М

1.1. Рабочее место оператора

Рабочим местом оператора является персональный компьютер (ПК) с установленным модулем МОД-500М КИФЯ.467764.016 и операционной системой (ОС) Windows XP, Windows 7 или Windows 10 (32- или 64-разрядной).

1.2. Состав и размещение ПО

ПО представляет собой набор программных модулей, сгруппированных в соответствии со своим назначением в папке, выбранной в процессе установки.

1.3. Интерфейс оператора

Работа оператора осуществляется с помощью клавиатуры, манипулятора типа «мышь» и монитора с отображаемыми на них графическими элементами управления и индикации. Совокупность этих средств управления составляет интерфейс оператора.

Клавиатура предназначена для ввода текстовой и цифровой информации. Для клавиатуры определена операция «Нажать клавишу». Для выполнения этой операции необходимо нажать и отпустить клавишу с соответствующей надписью.

Манипулятор предназначен для выполнения действий над графическими элементами, отображаемыми на экране монитора ПК. Манипулятор управляет указателем (курсором), отображаемым на экране монитора обычно в виде стрелки. Перемещение манипулятора приводит к перемещению курсора на экране монитора. Для манипулятора определена операция «Нажатие курсором». Для выполнения этой операции необходимо подвести курсор манипулятора в требуемую область экрана и нажать его левую клавишу.

На экране монитора ПЭВМ отображаются экранные формы, состоящие из графических элементов. Различают следующие виды таких элементов:

- пиктограмма – мнемонический рисунок;
- метка – статический текст;
- кнопка – прямоугольная область с надписью и (или) пиктограммой.

Для кнопки определена операция «Нажать кнопку». Для выполнения этой операции необходимо подвести курсор манипулятора на область кнопки и нажать левую кнопку «мышки». Кнопка также может быть нажата с помощью клавиатуры, если рядом с надписью отображается название соответствующей клавиши. Нажатие кнопки приводит к выполнению определенной операции (команды). Кнопка может быть нажатой или отжатой, активной или пассивной и соответствующим образом отображается на экране монитора. Пассивная кнопка отображается бледным цветом и не может быть нажата;

- линейка прокрутки (скроллинга) - элемент управления, обеспечивающий выбор нужной части данных, целиком, не помещающихся в пределах окна;

- меню - элемент управления, содержащий список выполняемых действий с возможностью выбора одного из них;

- панель или поле ввода – область, на которую вводится цифровая или текстовая информация. Поле ввода может быть активным и пассивным. Для активизации поля ввода требуется нажать курсором в области поля. После появления текстового курсора в виде вертикальной черточки поле ввода переходит в активное состояние. Ввод информации возможен только в активное поле ввода и осуществляется с помощью клавиатуры ПЭВМ. Поле ввода переходит из активного состояния в пассивное при нажатии курсором вне области поля;

- панель управления – панель, на которой располагаются кнопки;

- информационная панель – область, на которую выводится цифровая, текстовая или графическая информация;

- переключатель – область, содержащая несколько переключателей с взаимоисключающими операциями. Переключатель представляет собой кружок с

текстовым комментарием рядом с ним. При нажатии курсором на переключатель в кружке появляется отметка в виде точки, а остальные переключатели этого окна становятся неактивными;

– вкладка - вложенные окна, каждое из которых содержит группу связанных параметров. Вкладки не могут быть показаны одновременно. У каждой вкладки, кроме верхней, видно только наименование, называемое ярлыком вкладки. Чтобы выбрать (раскрыть) вкладку, нужно нажать курсором на ее ярлык;

– список - область альтернативного выбора информации из предложенного списка. При нажатии курсором на область стрелки списка на экране появляется список объектов для выбора. Выбор объекта производится нажатием левой клавиши манипулятора на элемент списка;

– счетчик - панель индикации со стрелками «↑» и «↓», нажатие на которые курсором увеличивает или уменьшает число в окне индикации;

– флажок - область, ограниченная небольшим квадратом с надписью рядом. Он устанавливается (включается) или сбрасывается (выключается) нажатием курсора. Соответственно активизируется или выключается определенная операция. Когда флажок активизирован, то в поле виден значок ☒, либо ☑ когда флажок сброшен, то поле пусто;

– таблица – окно, в котором отображаются алфавитно-цифровые данные с разделением на строки и столбцы, графические объекты.

2. ВЫПОЛНЕНИЕ ПО МОД-500М

2.1. Установка ПО МОД-500М.

Для установки ПО МОД-500М необходимо выполнить следующие действия.

2.1.1. Скопировать на жесткий диск ПК или съемный носитель файл дистрибутива программы «Setup32_Imit500M_v1.01.exe» или «Setup64_Imit500M_v1.01.exe» в соответствии с разрядностью используемой операционной системы (32 или 64 разряда).

2.1.2. Запустить файл дистрибутива на исполнение. В появившемся окне (рис. 1) выберите язык, который будет использоваться в процессе установки (русский или английский) и нажмите «ОК».

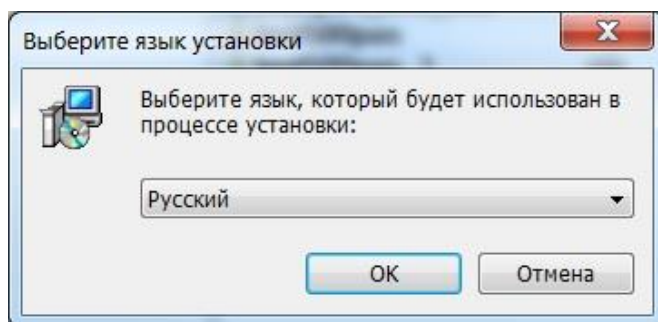


Рис. 1.

2.1.3. После появления окна приветствия в соответствии с рис. 2, нажать кнопку «Далее».

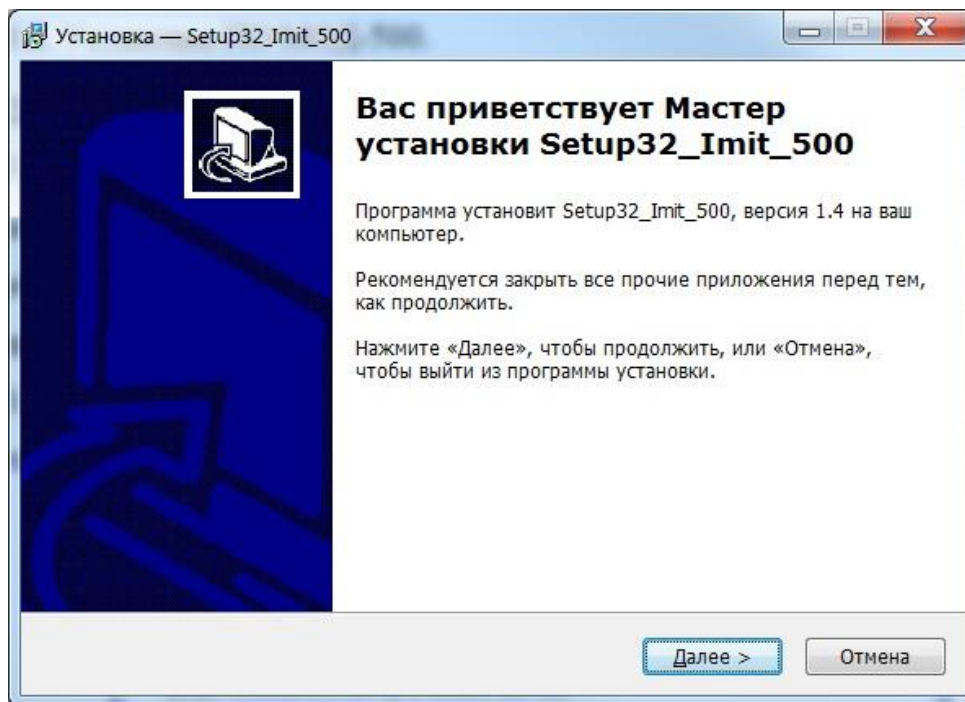


Рис. 2.

2.1.4. В следующем окне (рис. 3) выбрать папку для установки программы и нажать кнопку «Далее».

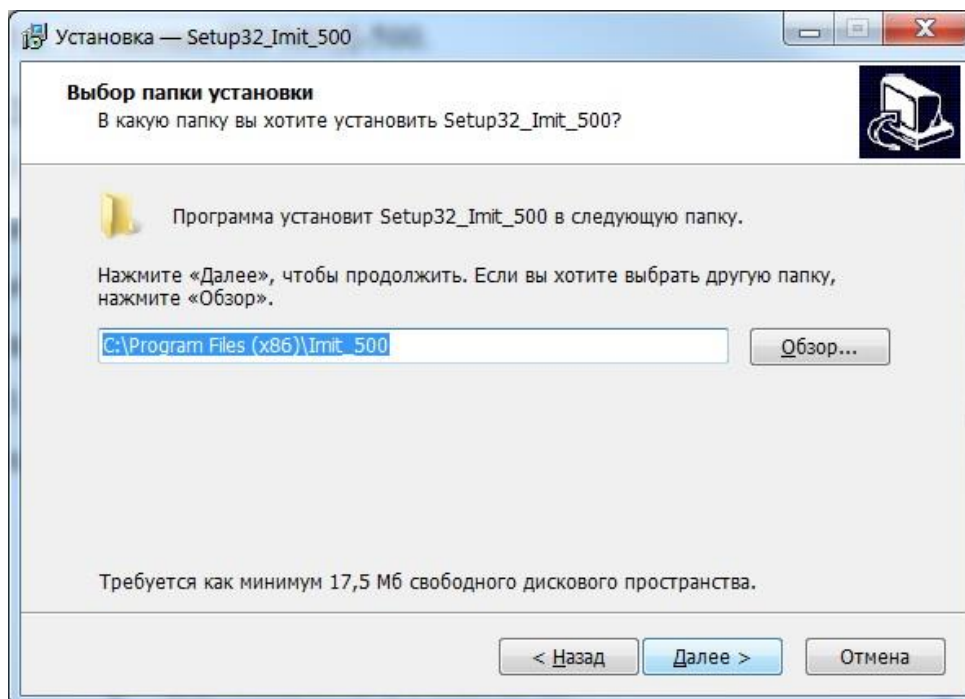


Рис. 3.

2.1.5. В следующем окне выбрать папку в меню «Пуск» для создания ярлыка и нажать «Далее» (рис. 4).

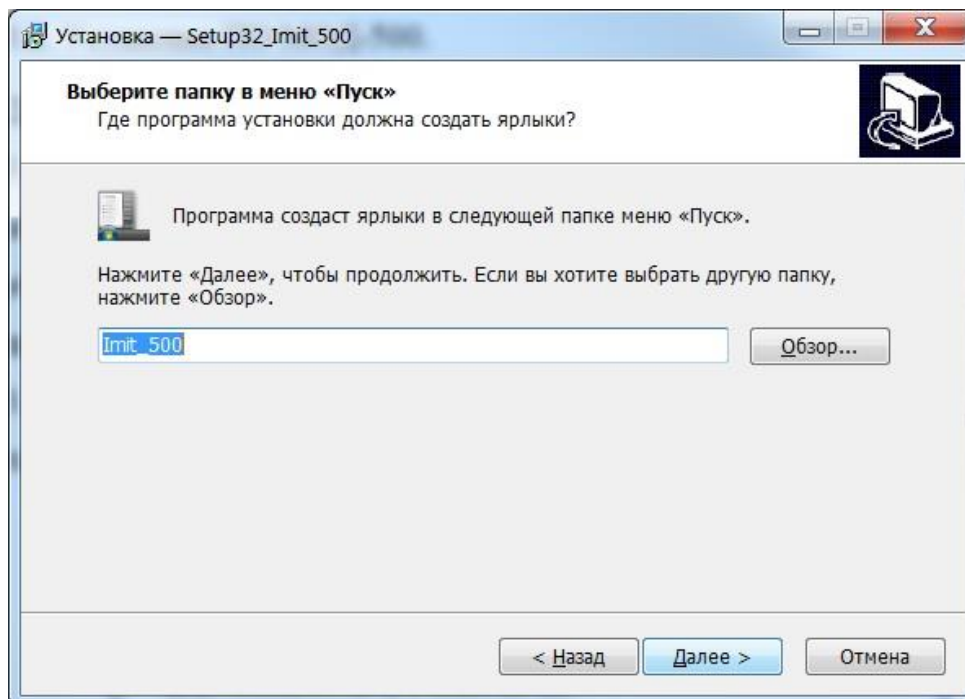


Рис. 4.

2.1.6. В окне дополнительных задач (рис. 5.) выбрать, при необходимости, опцию создания ярлыка на Рабочем столе и нажмите «Далее».

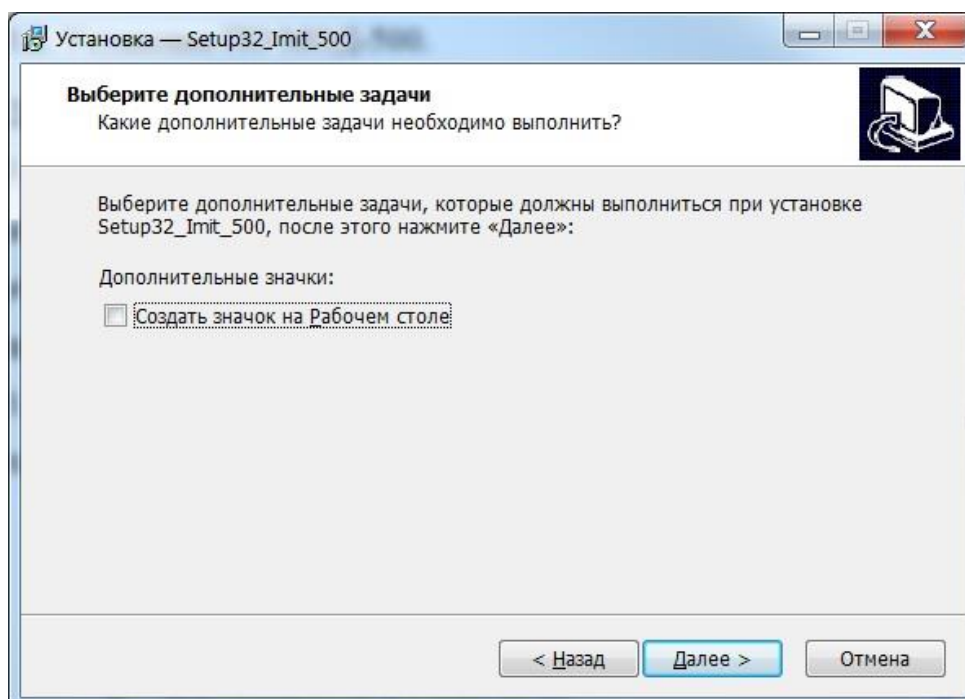


Рис. 5.

2.1.7. В следующем окне (рис.6) нажать кнопку «Установить».

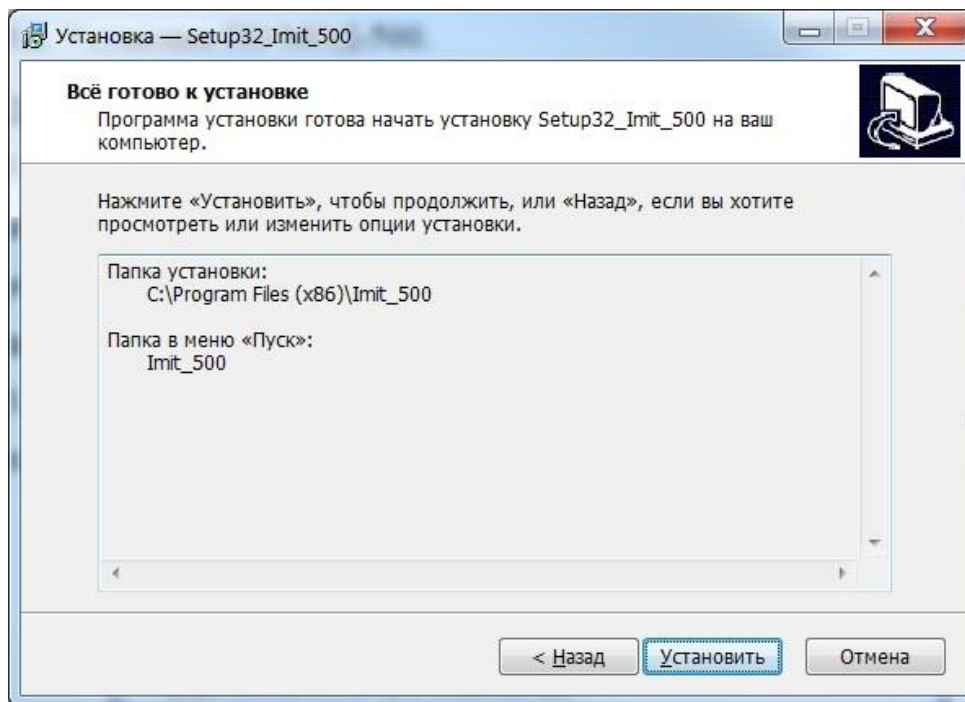


Рис. 6.

2.1.8. Мастер начнет установку программы на компьютер, при этом в окне будет отображаться прогресс установки в соответствии с рис. 7.

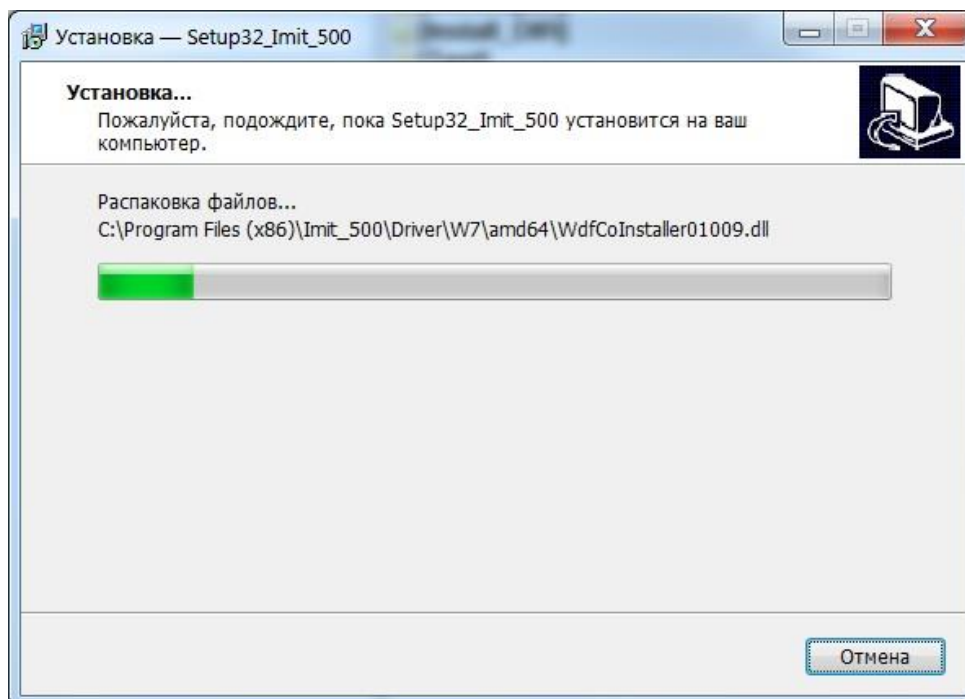


Рис. 7.

2.1.9. После завершения процесса установки появится информационное окно (рис. 8). Нажатие кнопки «Завершить» приведет к закрытию Мастера установки.

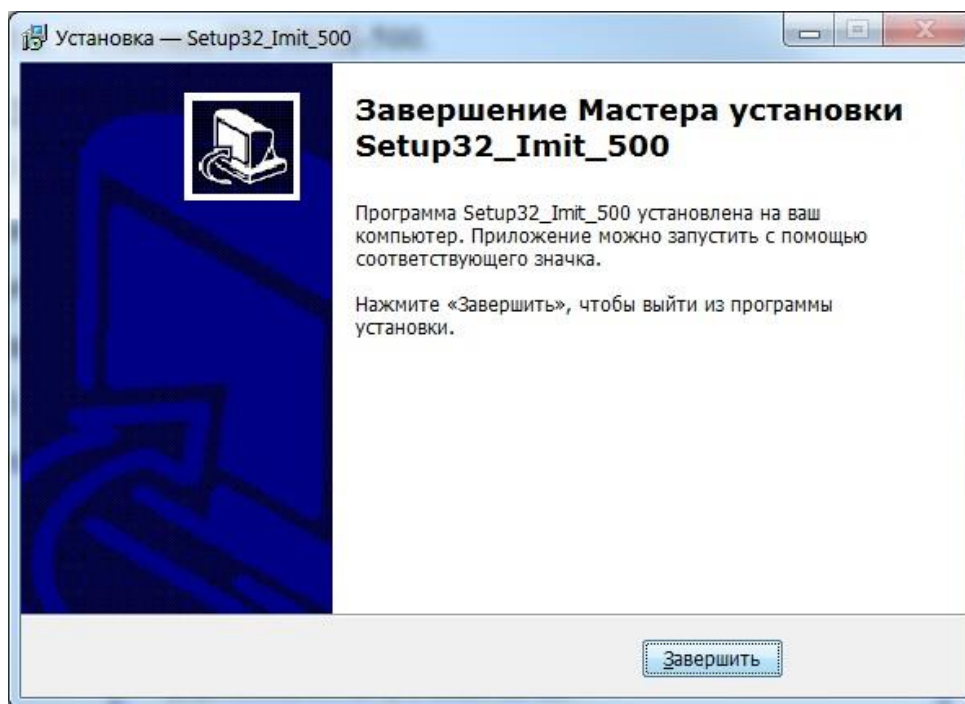


Рис. 8.

2.1.10. В случае наличия соответствующего предложения операционной системы, перегрузить ПК.

2.2. Запуск ПО МОД-500М.

ПО МОД-500М загружается путем запуска средствами ОС на исполнение файла «Imit500M.exe», который расположен в папке, выбранной при установке программы.

2.3. Выполнение ПО МОД-500М.

После запуска ПО на мониторе ПК отображается основное окно программы, представленное на рис. 9.

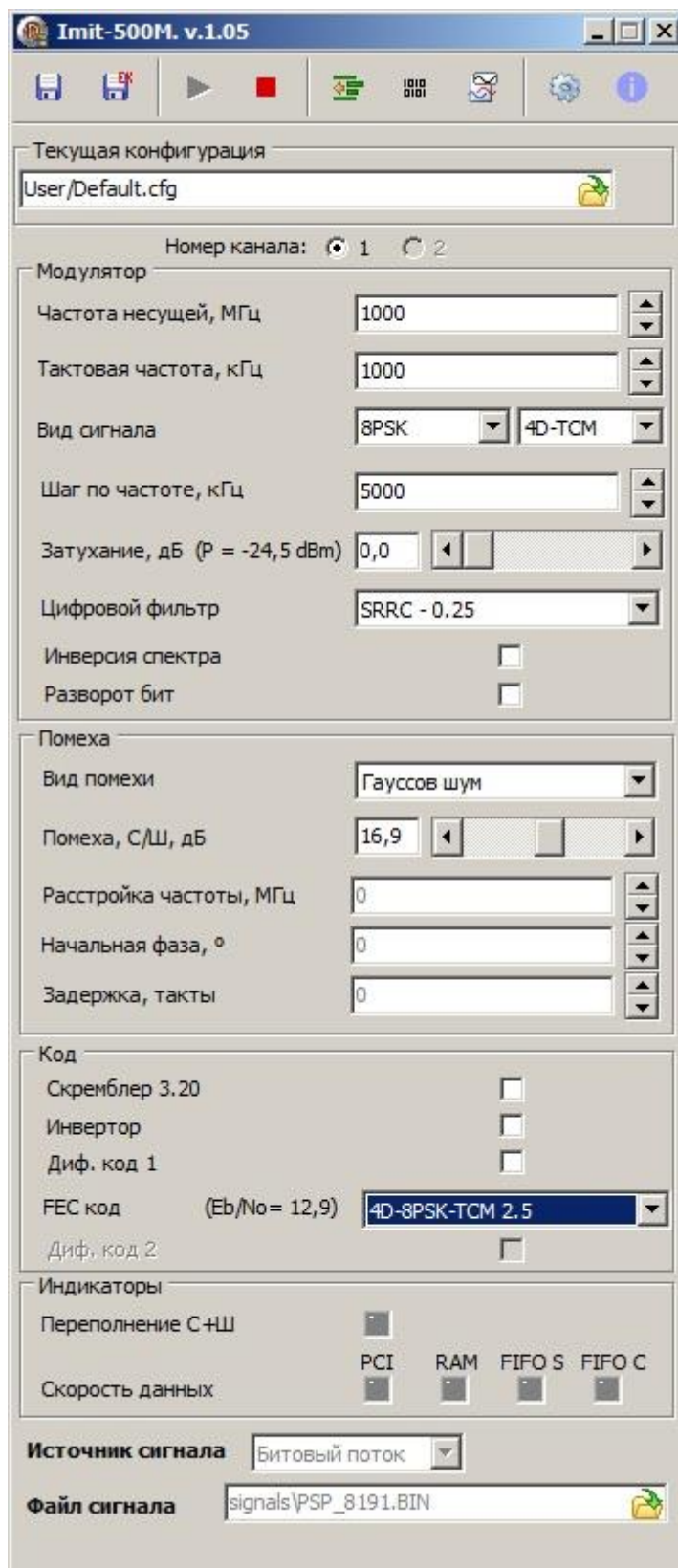


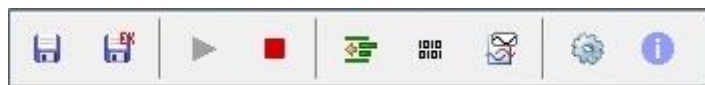
Рис.9

Окно состоит из:

- панели управления;
- панели отображения настроек устройства.

2.3.1. Панель управления.

Панель управления содержит следующие кнопки:



- «Сохранить текущую конфигурацию»;
- «Создать файл конфигурации»;
- «Старт имитатора»
- «Стоп имитатора»
- «Линейная перестройкой частоты (Sweep)»
- «Настройка перестановки бит и байт»
- «Коррекция амплитуды и фазы»
- «Настройки»;
- «О программе».

Кнопка «Сохранить конфигурацию».

При нажатии данной кнопки происходит сохранение настроек имитатора в текущий файл конфигурации.

Кнопка «Создать файл конфигурации».

При нажатии данной кнопки открывается стандартное окно (рис. 10), в котором можно создать новый или выбрать имеющийся файл для сохранения конфигурации.

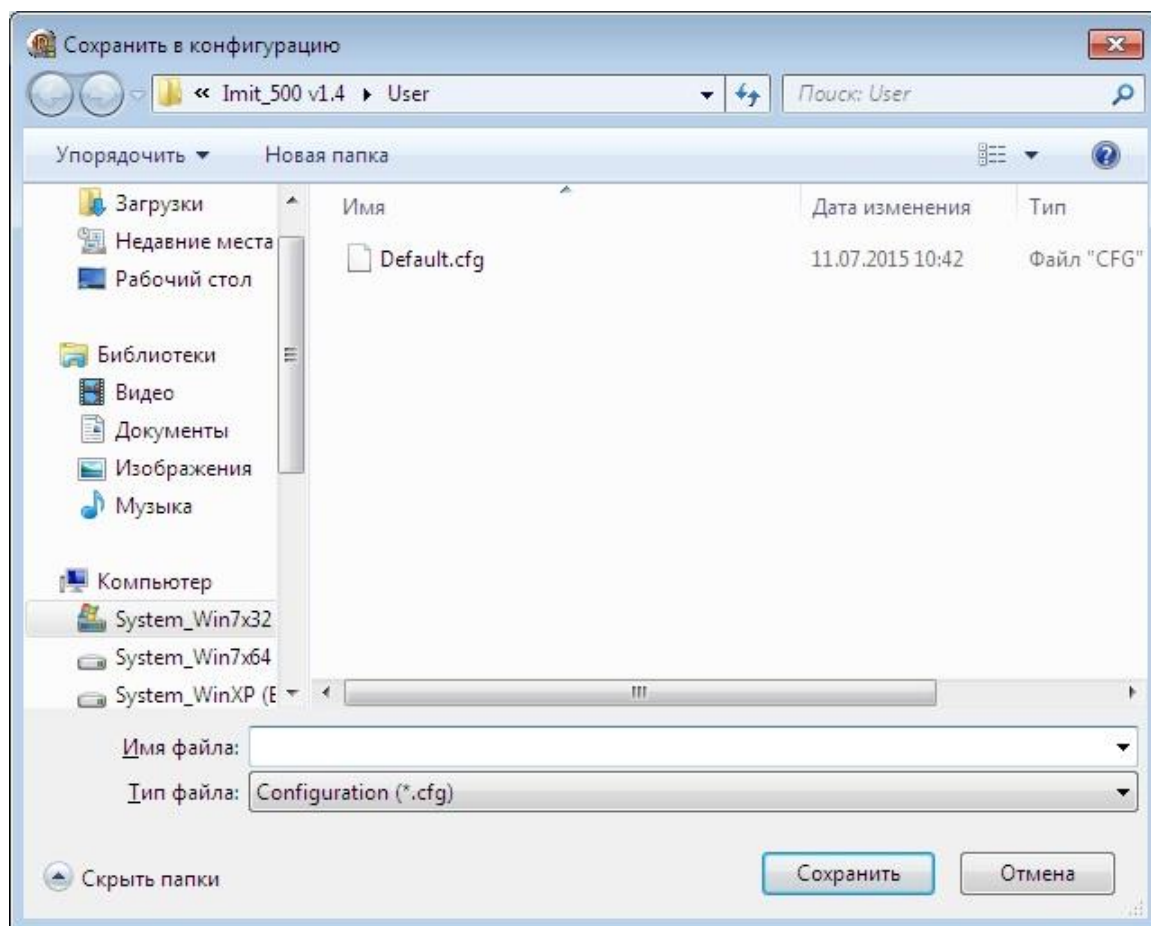


Рис. 10.

Кнопки «Старт имитатора» и «Стоп имитатора».

После запуска программы имитатор автоматически включается в режим формирования сигнала. При этом кнопка «Старт имитатора» не активна. При необходимости, процесс можно остановить нажатием кнопки «Стоп имитатора».

Кнопка «Линейная перестройкой частоты (Sweep)».

При нажатии данной кнопки появляется окно настройки параметров линейной перестройки несущей частоты и скорости символов (рис. 11).

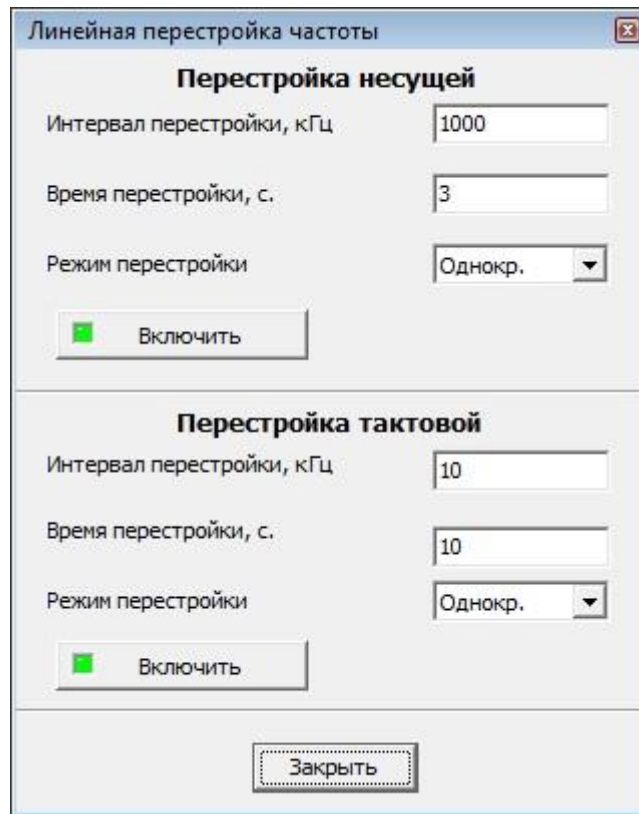


Рис. 11.

Данное окно содержит панели «Перестройка несущей», «Перестройка тактовой» и кнопку «Закреть». Панели «Перестройка несущей», «Перестройка тактовой» содержат одинаковые органы управления. Окно «Линейная перестройка частоты» содержит следующие органы управления:

1) Два поля «Интервал перестройки, кГц». В данных полях устанавливается максимальное отклонение от установленного в основном окне программы значения несущей (тактовой) частоты при перестройке. Диапазон перестройки по несущей частоте составляет от минус $F_t/2$ до $F_t/2$, диапазон перестройки по тактовой частоте составляет от минус $F_t/100$ до $F_t/100$, где F_t – установленное в основном окне программы значение скорости символов сигнала.

2) Два поля «Время перестройки, с». В данных полях задается время перестройки частоты в заданном диапазоне. Допустимый диапазон от 1 до 236 с.

3) Два меню «Режим перестройки», содержащее пункты «Однокр.» и «Цикл». При выборе режима «Однокр.» происходит однократная перестройка частоты на величину, заданную в поле «Интервал перестройки, кГц» за время, заданное в поле

«Время перестройки, с»), после чего перестройка останавливается. В режиме «Цикл» происходит циклическая перестройка частоты на величину, заданную в поле «Интервал перестройки, кГц» за время, заданное в поле «Время перестройки, с», и обратно.

4) Кнопка «Включить». При нажатии кнопки «Включить» стартует процесс линейной перестройки частоты в соответствии с выбранными параметрами. Повторное нажатие кнопки останавливает перестройку частоты и возвращает параметры в исходное состояние.

5) Кнопка «Заккрыть». Нажатие этой кнопки закрывает окно «Линейная перестройка частоты».

Кнопка «Настройка перестановки бит и байт».

При нажатии данной кнопки появляется окно настройки параметров упаковки воспроизводимого сигнала (рис. 12).

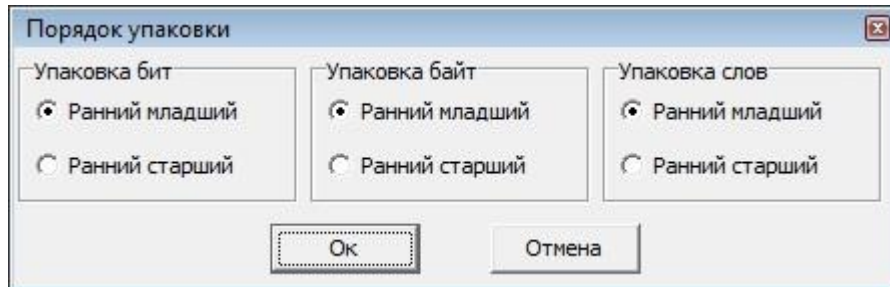


Рис. 12.

В данном окне можно выбрать варианты упаковки информации при воспроизведении из файла с помощью переключателей:

«Упаковка бит»: «Ранний младший» - младшему разряду в байте соответствует более ранний формируемый символ сигнала;
«Ранний старший» - старшему разряду в байте соответствует более ранний формируемый символ сигнала.

«Упаковка байт»: «Ранний младший» - младшему байту 16-разрядного слова соответствует более ранний формируемый символ сигнала;
«Ранний старший» - старшему байту 16-разрядного слова соответствует более ранний формируемый символ сигнала.

«Упаковка слов»: «Ранний младший» - младшему 16-разрядному слову в 32-разрядном слове соответствует более ранний формируемый символ сигнала;

«Ранний старший» - старшему 16-разрядному слову в 32-разрядном слове соответствует более ранний формируемый символ сигнала.

Кнопка «Коррекция амплитуды и фазы».

При нажатии данной кнопки появляется окно настройки параметров воспроизводимого сигнала (рис. 13).

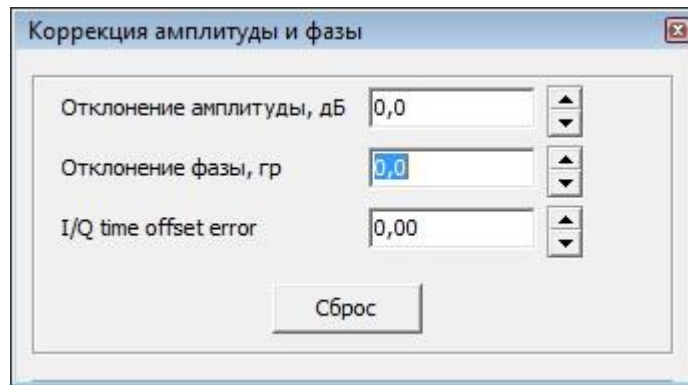


Рис. 13.

В данном окне можно установить искажения сигнала по амплитуде (разноканальность) и фазе (неортогональность), а также установить сдвиг по времени между каналами I и Q.

1) Поле «Отклонение амплитуды, дБ» индицирует относительное отклонение амплитуды квадратурного канала, выраженное в децибелах. Изменение значения производится с помощью расположенного справа счетчика. Диапазон изменения - ± 3 дБ с шагом 0.1 дБ.

2) Поле «Отклонение фазы, гр» индицирует отклонение фазы квадратурного канала, выраженное в градусах. Изменение значения производится с помощью расположенного справа счетчика. Диапазон изменения фазы зависит от экземпляра модули, но не менее $\pm 6^\circ$ с шагом 0.1° .

3) Поле «I/Q time offset error» позволяет задавать относительный сдвиг по

времени канала Q относительно канала I в пределах ± 0.5 длительности символа.

4) Кнопка «Сброс» устанавливает значения отклонений в 0.

Параметры коррекции амплитуды и фазы применяются только при открытом окне «Коррекция амплитуды и фазы». После закрытия окна значения корректирующих параметров в устройстве обнуляются.

Кнопка «Настройки».

При нажатии данной кнопки появляется окно настройки и контроля общих параметров устройства (рис. 14). Данное окно содержит следующие элементы управления:

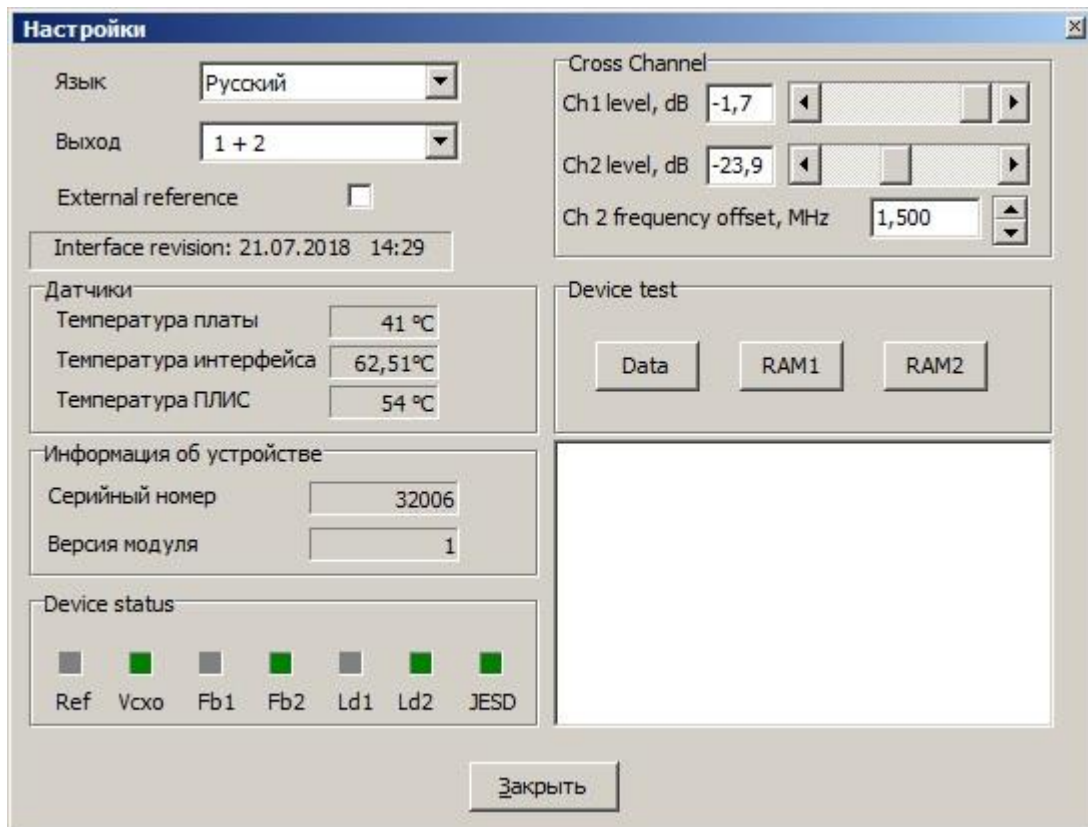


Рис. 14.

Данное окно содержит следующие элементы управления и отображения:

- 1) Выпадающий список «Язык», содержащее пункты «English» и «Русский», позволяющее выбрать язык, на котором отображаются все надписи в управляющей программе.
- 2) Выпадающий список «Выход» позволяет выбрать для использования режим

использования каналов модулятора и состоит из пунктов:



При выборе пунктов «1» или «2» используется, соответственно, первый или второй канал модулятора и соответствующий ему выходной разъем.

При выборе пункта «1 and 2» используются оба канала модулятора, при этом параметры каждого из каналов задаются независимо.

При выборе пункта «1 + 2» оба канала суммируются в цифровом виде и затем подаются на аналоговые выходы. При этом становится видимой и активной группа «Cross channel», позволяющая регулировать уровни суммируемых сигналов и величину частотной расстройки.

3) Флажок «External reference» позволяет выбрать режим синхронизации модуля от внешнего опорного генератора частотой 10 МГц.

4) Панель «Interface revision» отображает дату и время создания интерфейса взаимодействия аппаратно-программных функциональных модулей устройства.

5) Группа панелей «Датчики», содержащая элементы «Температура платы» и «Температура ПЛИС». В указанных панелях отображается, соответственно, температура в районе установки модуля имитатора и температура кристалла ПЛИС.

6) Группа панелей «Информация об устройстве», содержащая элементы «Серийный номер» и «Версия модуля».

7) Группа индикаторов «Device status» содержит элементы отображения, цвет которых меняется в зависимости от состояния: серый – элемент не используется, зеленый – нормальная работа, красный – отказ.

«Ref» - наличие сигнала внешней опорной частоты 10 МГц.

«Vсхo» - состояние опорного кварцевого генератора.

«Fb1» - наличие сигнала обратной связи в петле ФАПЧ синхронизации от внешнего опорного генератора.

«Fb2» - наличие сигнала обратной связи в петле ФАПЧ синтезатора частоты дискретизации.

«Ld1» - синхронизация петли ФАПЧ подстройки от внешнего опорного генератора.

«Ld2» - синхронизация петли ФАПЧ синтезатора частоты дискретизации.

«JESD» - состояние скоростного последовательного интерфейса (JESD204B) между ПЛИС и ЦАП.

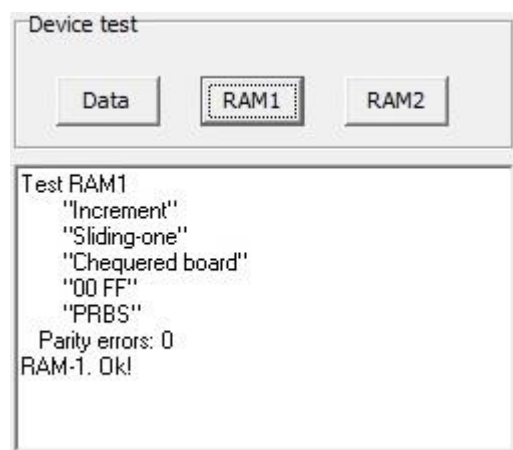
8) Группа «Cross channel» доступна и активна только когда в выпадающем списке «Выход» выбран пункт «1 + 2». Элементы управления этой группы позволяют выбрать уровни суммируемых сигналов.

Поле «Ch1 level» и соответствующий слайдер позволяют регулировать относительный уровень сигнала первого канала в диапазоне от 0 до минус 40 дБ.

Поле «Ch2 level» и соответствующий слайдер позволяют регулировать относительный уровень сигнала второго канала в диапазоне от 0 до минус 40 дБ.

Поле «Ch 2 frequency offset, MHz» позволяет установить смещение частоты канала 2 относительно канала 1.

9) Группа «Device test» содержит кнопки «Data», «RAM1» и «RAM2», предназначенные для выполнения тестирования функциональных устройств модуля. Результаты тестирования отображаются на расположенной ниже информационной панели. Для примера показаны результаты тестирования первого ОЗУ (RAM1) модуля.



10) Кнопка «Закреть» позволяет применить выбранные параметры и закрыть окно «Настройки».

Кнопка «О программе».

Нажатие данной кнопки приводит в выводу окна с информацией о текущей версии программы управления (рис. 15).

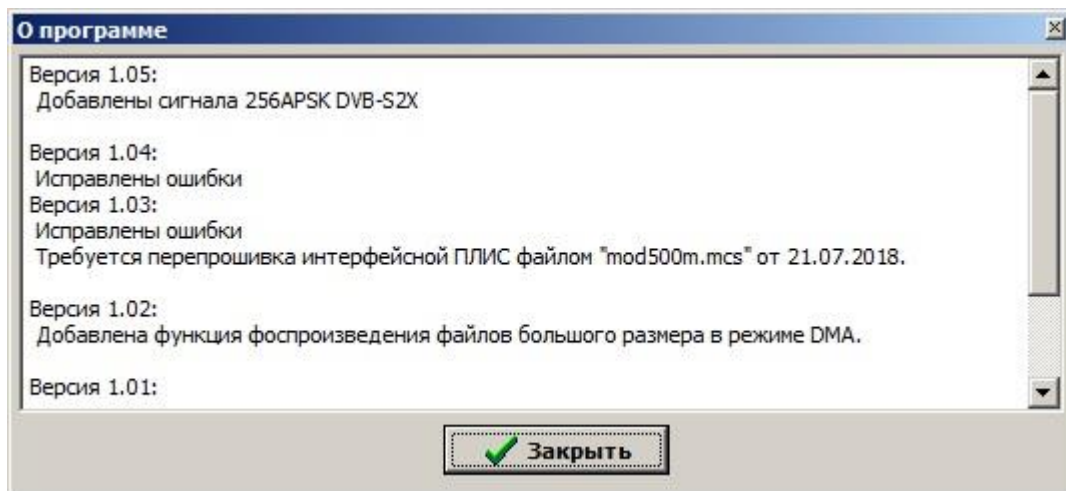
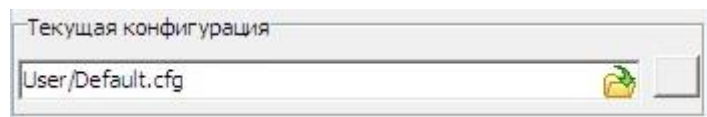



Рис. 15.

2.3.2. Панель отображения настроек устройства.

Данная панель расположена под панелью управления и содержит органы настройки и отображения, объединенные в группы.

2.3.2.1. Группа «Текущая конфигурация» состоит из поля, в котором отображается путь и имя используемого файла конфигурации.



Кнопка , расположенная в конце поля используется для открытия стандартного окна выбора файла (рис. 16).

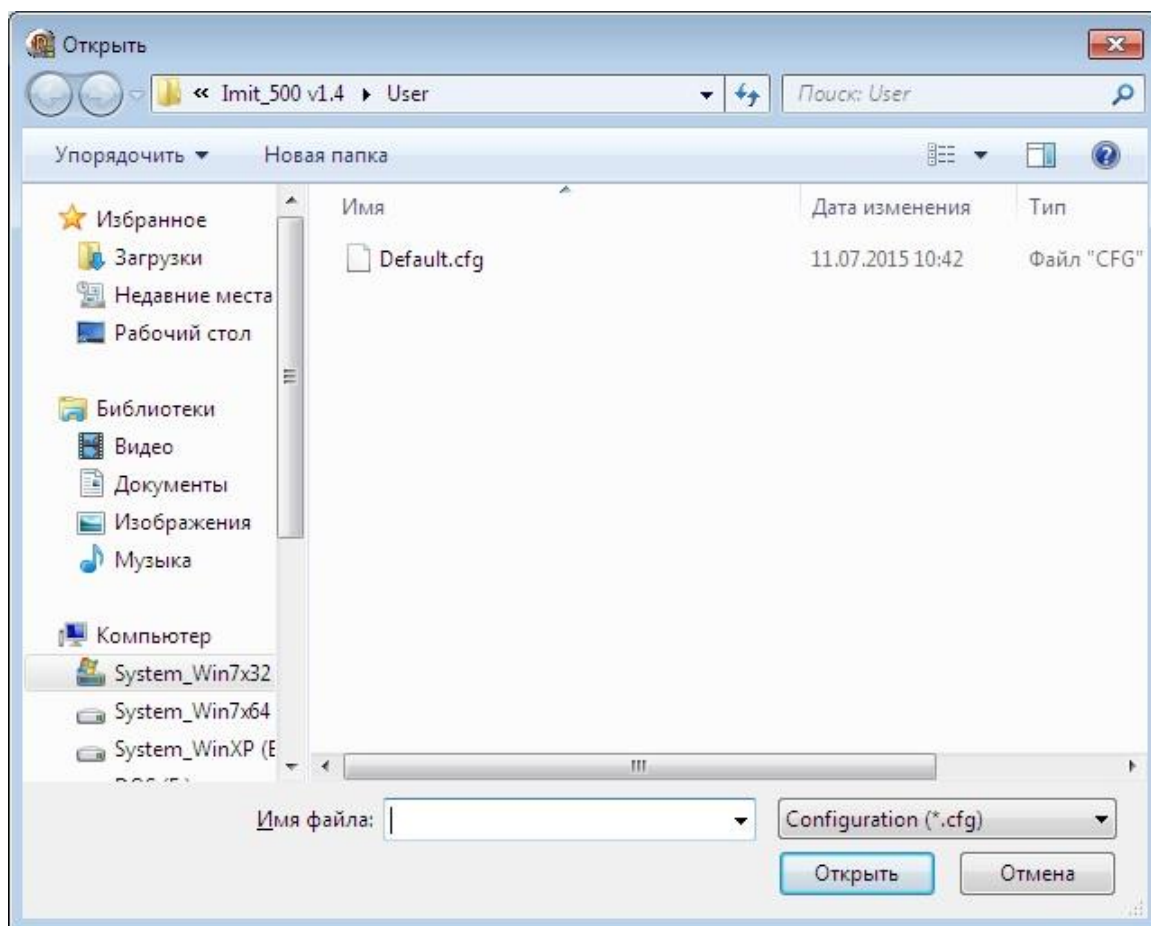


Рис. 16.

После выбора требуемого файла конфигурации и нажатия кнопки «Открыть» происходит настройка имитатора в соответствии с выбранными параметрами.

При запуске устройства всегда загружаются данные из файла «Default.cfg». В этот же файл сохраняются текущие параметры при выходе из программы.

2.3.2.2. Переключатель «Номер канала» содержит элементы «1» и «2». Состояние и доступность элементов зависит от того, какой режим использования выходов выбран в окне «Настройки».

Если выбран первый канал или второй канал, то переключатель «Номер канала» не имеет альтернативы и его состояние соответствует выбранному каналу. Если выбран вариант независимого использования каналов «1 and 2», то переключатель «Номер канала» позволяет выбирать канал, настройки которого требуется изменить. В варианте суммирования каналов «1 + 2» также можно переключаться между каналами для их настройки.

2.3.2.3. Группа «Модулятор» содержит органы настройки основных параметров имитатора.

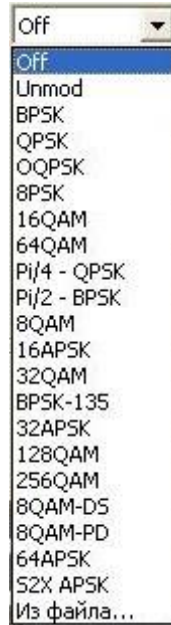
Модулятор	
Частота несущей, МГц	1000
Тактовая частота, кГц	1000
Вид сигнала	BPSK
Шаг по частоте, кГц	100
Затухание, дБ (P = -19,0 dBm)	0,0
Цифровой фильтр	SRRRC - 0.25
Инверсия спектра	<input type="checkbox"/>
Разворот бит	<input type="checkbox"/>

1) Поле «Частота несущей, МГц» позволяет ввести значение несущей частоты сигнала в диапазоне от 550 до 2300 МГц. Счетчик с правой стороны позволяет дискретно уменьшать или увеличивать значение частоты с шагом, заданным в поле «Шаг по частоте, кГц».

2) Поле «Тактовая частота, кГц» позволяет ввести значение тактовой частоты (скорости символов) формируемого сигнала в диапазоне от 150 Гц до 370 МГц. Счетчик с правой стороны позволяет дискретно уменьшать или увеличивать значение частоты с шагом, заданным в поле «Шаг по частоте, кГц».

3) «Вид сигнала» содержит 2 меню. Первое из них позволяет выбрать формат модуляции сигнала, а второе – вид кодировки сигнального созвездия для некоторых сигналов.

Пункты первого (левого) меню имеют следующее значение:



«Off» - отключение сигнала модулятора;

«Unmodulated» - формирование немодулированного (синусоидального) сигнала;

«BPSK», «QPSK», «OQPSK», «8PSK», «16QAM», «64QAM», «Pi/4 - QPSK», «Pi/2 - BPSK», «8QAM», «16APSK», «32QAM», «BPSK-135», «32APSK», «128QAM», «256QAM», «8QAM-DS», «8QAM-PD», «64APSK» - формирование сигнала с выбранным видом модуляции. При выборе пункта «S2X APSK» формируются сигналы DVB-S2X (30 видов) в соответствии с «ETSI EN 302307 part 2». Конкретный вариант сигнального созвездия выбирается в правом выпадающем списке.

Пояснение для форматов модуляции:

- «BPSK-135» - двухпозиционный фазоманипулированный сигнал с углом между сигнальными векторами равным 135° ;
- «8QAM» - 8-позиционный сигнал квадратурной амплитудной манипуляции, применяемый в модемах фирмы «Comtech – EF Data».
- «8QAM-DS» - 8-позиционный сигнал квадратурной амплитудной манипуляции, применяемый в модемах фирмы «Datum Systems»;
- «8QAM-PD» - 8-позиционный сигнал квадратурной амплитудной

манипуляции, применяемый в модемах фирмы «Paradise Datacom»;

- «16APSK» - 16-позиционный сигнал амплитудно-фазовой манипуляции с кодировкой созвездия в соответствии с ETSI EN302307;

- «32APSK» - 32-позиционный сигнал амплитудно-фазовой манипуляции с кодировкой созвездия в соответствии с ETSI EN302307;

- «32QAM» - 32-позиционный сигнал квадратурной амплитудной манипуляции с кодировкой созвездия в соответствии с ETSI EN300429;

- «64QAM» - 64-позиционный сигнал квадратурной амплитудной манипуляции с кодировкой созвездия в соответствии с ETSI EN300429;

- «128QAM» - 128-позиционный сигнал квадратурной амплитудной манипуляции с кодировкой созвездия в соответствии с ETSI EN300429;

- «256QAM» - 256-позиционный сигнал квадратурной амплитудной манипуляции с кодировкой созвездия в соответствии с ETSI EN300429;

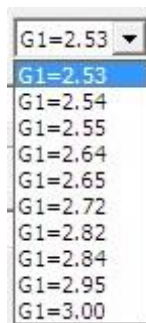
- «64APSK» - 64-позиционный сигнал амплитудно-фазовой манипуляции с кодировкой созвездия в соответствии с CCSDS 131.2-B-1 (4, 12, 20, 28).

«Из файла» - при выборе этого пункта открывается стандартное диалоговое окно, в котором предлагается выбрать файл формируемого созвездия. Это позволяет пользователю сформировать произвольное созвездие. Для этого требуется создать текстовый файл, в каждой строке которого указываются координаты (Декартовы) соответствующей точки сигнального созвездия в диапазоне от минус 512 до 511. Номер строки (начиная с нулевой) соответствует коду, который присваивается точке созвездия. Ниже приведен пример содержимого файла для формирования сигнала 8PSK в коде Грея.

```
370 153
153 370
370 -153
153 -370
-370 153
-153 370
-370 -153
-153 -370
```


Количество строк файла должно быть равно 2^m , где m – спектральная эффективность сигнала (бит/символ, не более 8). Файлы созвездий для «фиксированных» видов модуляции размещаются в папке «SigPoints». Во избежание некорректной работы устройства редактировать данные файлы не допускается.

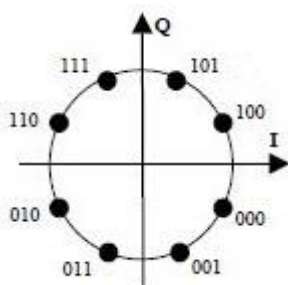
Для некоторых сигналов доступен выбор кодировки созвездия посредством второго (правого) меню.



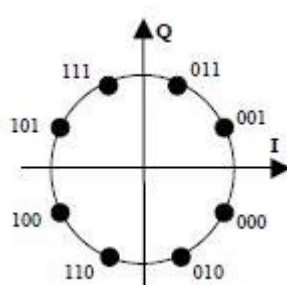
Содержание меню зависит от используемого типа модуляции сигнала. На рисунке показаны пункты меню для сигнала 32APSK.

Для сигнала 8PSK доступен выбор следующих вариантов кодировки сигнального созвездия:

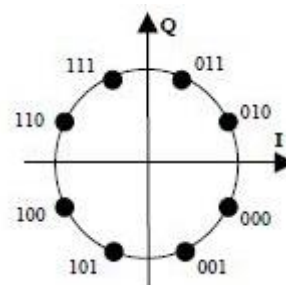
- «Intelsat» - кодировка в соответствии со спецификацией Intelsat IESS-310;
 - «Gray 1», «Gray 2», «Gray 3» - код Грея с различными вариантами упаковки бит;
 - «4D-TCM» - кодировка в соответствии с CCSDS 413.0-G-2.
 - «DVB-S2» - кодировка в соответствии со спецификацией ETSI EN 302307;
- Кодировка сигнального созвездия для кодов Грея показана на рисунке.



«Gray 1»

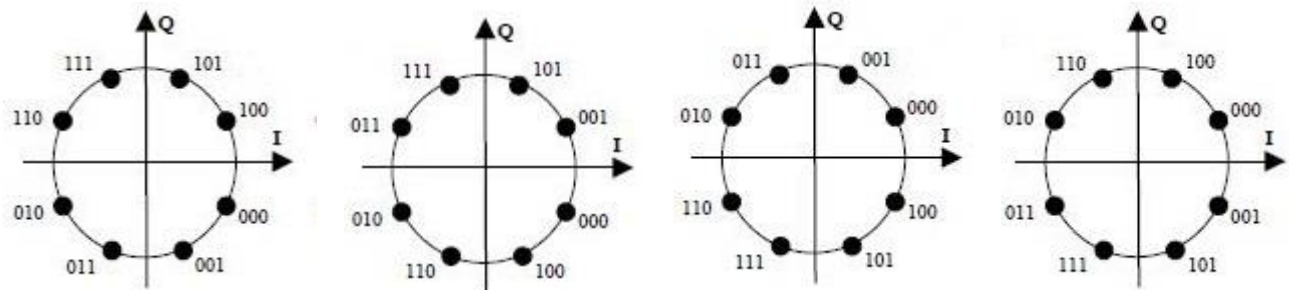


«Gray 2»



«Gray 3»

Показаны варианты кодировки созвездия при снятых флажках «Инверсия спектра» и «Разворот бит». При установке данных флажков получается 3 дополнительных варианта созвездия как показано ниже для кода «Gray 1».



Инверсия – нет
Разворот – нет

Инверсия – нет
Разворот – да

Инверсия – да
Разворот – нет

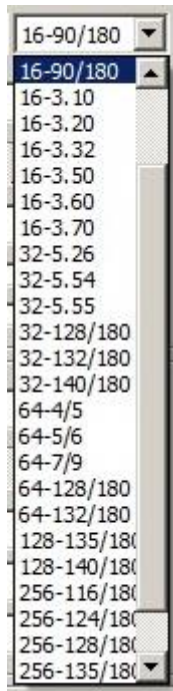
Инверсия - да
Разворот - да

Аналогичный результат дает установка флажков «Инверсия спектра» и «Разворот бит» для всех видов модуляции и вариантов созвездий.

Для сигнала «16APSK» используются варианты сигнальных созвездий, отличающиеся значением параметра γ , который численно равен отношению радиусов окружностей, на которых расположены сигнальные точки. Доступны для выбора следующие значения параметра γ в соответствии с CCSDS 131.2-O-1 и ETSI EN302307: «G=2.57», «G=2.60», «G=2.70», «G=2.75», «G=2.85», «G=2.95», «G=3.15», «G=3.20», «G=3.82». Число в названии кодировки равно значению γ .

Для сигнала «32APSK» используются варианты сигнальных созвездий, отличающиеся значениями параметров γ_1 и γ_2 , которые численно равны отношению радиусов трех окружностей, на которых расположены сигнальные точки. Доступны для выбора следующие значения параметра γ в соответствии с CCSDS 131.2-O-1 и ETSI EN302307: «G1=2.53», «G1=2.54», «G1=2.55», «G1=2.64», «G1=2.65», «G1=2.72», «G1=2.82», «G1=2.84», «G1=2.85». Число в названии кодировки равно значению γ_1 .

При выборе модуляции «S2X APSK» можно выбрать один из вариантов сигнальных созвездий:

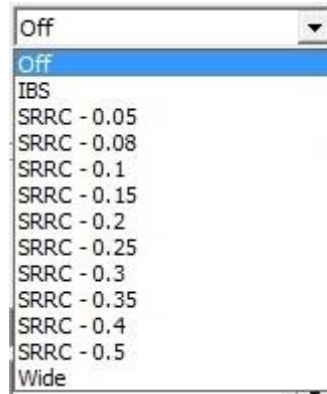


Первая цифра в названии варианта указывает на количество позиций сигнального созвездия. Далее следуют цифры, указывающие на относительную скорость кодирования или значение параметра γ . Более подробную информацию можно получить в спецификации DBV-S2X (ETSI EN 302307 Part 2).

4) Поле «Шаг по частоте, кГц» позволяет ввести значение шага изменения несущей или тактовой частоты (скорости символов) при использовании соответствующих счетчиков. Счетчик с правой стороны позволяет уменьшать или увеличивать значение шага в 10 раз.

5) Поле «Затухание атт. дБ» и соответствующий слайдер позволяет устанавливать ослабление формируемого сигнала в диапазоне от 0 до 31.5 дБ с шагом 0.5 дБ. Величина затухания может устанавливаться как непосредственным вводом величины затухания, так и перемещением движка слайдера. После надписи «Затухание атт. дБ», в скобках, отображается уровень выходного сигнала, выраженный в дБ(мВт). При формировании сигнала с помехой данная индикация отображает только уровень сигнала, без учета помехи.

б) Меню «Фильтр» позволяет выбрать тип фильтра для формируемого сигнала.



Возможен выбор одного из следующих вариантов:

«Off» - фильтрация отсутствует;

«IBS» - фильтр в соответствии с IESS-309/309 (IBS/IDR);

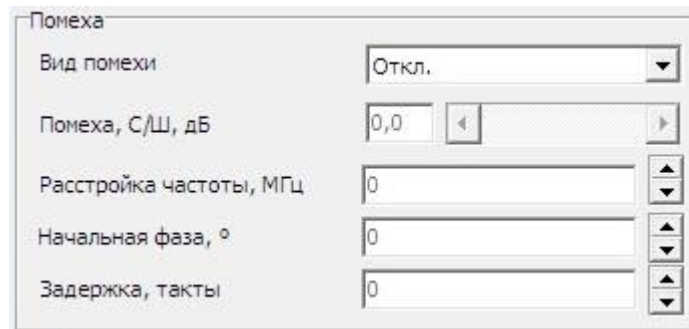
«SRRC-0.05», «SRRC-0.08», «SRRC-0.1», «SRRC-0.15», «SRRC-0.2», «SRRC-0.25», «SRRC-0.3», «SRRC-0.35», «SRRC-0.4», «SRRC-0.5» - фильтры с характеристикой типа «корень квадратный из приподнятого косинуса» и параметром roll-off 0.05, 0.08, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4, 0.5, соответственно;

«Wide» - фильтр с полосой на 60% шире полосы Найквиста. Используется, как правило, при воспроизведении реализаций сигналов, чтобы обеспечить воспроизведение с минимальными линейными искажениями.

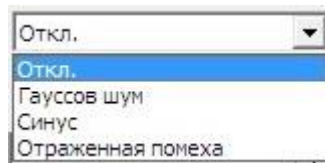
7) Флажок «Инверсия спектра» позволяет выбрать вариант инверсии фазового спектра сигнала путем перестановки вещественной и мнимой части формируемого в цифровом виде комплексного сигнала.

8) Флажок «Разворот бит» позволяет выбирать направление упаковки бит сигнального созвездия (little-endian/big-endian). При установленном флажке битовое слово на входе модулятора (разрядность зависит от вида модуляции) разворачивается зеркально. Данная опция недоступна для немодулированной синусоиды и сигналов BPSK без кодирования (один бит на символ). Для сигналов BPSK с несистематическими сверточными кодами (НСК) установка этого флажка приводит к перестановке ветвей кода при упаковке в последовательный поток. Для сигнально-кодовой конструкции 4D-8PSK-TCM установка флажка приводит к развороту слова на входе кодера.

2.3.2.4. Группа «Помеха» позволяет выбрать и настроить параметры сигнала помехи, суммируемого с основным сигналом.



1) Меню «Вид помехи» позволяет выбрать тип помехи.



«Откл.» - помеха отключена.

«Гауссов шум» - с сигналом суммируется помеха в виде случайного процесса с близким к нормальному закону распределения.

«Синус» - с сигналом суммируется помеха в виде немодулированной синусоиды. Диапазон перестройки частоты помехи – в пределах не менее $\pm Ft/2$.

«Отраженная помеха» - с сигналом суммируется помеха, имитирующая отраженный сигнал с программируемой частотной расстройкой, временем задержки и начальной фазой. Диапазон перестройки частоты помехи – в пределах не менее $\pm Ft/2$.

2) Поле «Помеха, С/Ш, дБ» и соответствующий слайдер позволяет устанавливать значение ОСШ (ОСП) в диапазоне от минус 10 до 40 дБ с шагом 0.1 дБ для любого из типов помехи. Величина ОСШ (ОСП) может устанавливаться как непосредственным вводом величины затухания, так и перемещением движка слайдера. Погрешность установки ОСШ не превышает 0.1 дБ.

3) Поле «Расстройка частоты, МГц» позволяет ввести значение отклонения частоты помехи относительно центральной частоты сигнала. Применяется для

помех типа «Синус» и «Отраженная помеха». Счетчик с правой стороны позволяет дискретно уменьшать или увеличивать значение частоты с шагом, заданным в поле «Шаг по частоте, кГц».

4) Поле «Начальная фаза, °» позволяет ввести значение начальной фазы помехи. Применяется для помехи типа «Отраженная помеха». Счетчик с правой стороны позволяет дискретно уменьшать или увеличивать значение фазы с шагом 1°.

5) Поле «задержка, такты» позволяет ввести значение задержки сигнала помехи относительно основного сигнала. Применяется для помехи типа «Отраженная помеха». Величина задержки может изменяться от 0 до 4095 тактов частоты дискретизации 290 МГц. Таким образом, диапазон изменения времени задержки изменяется от 0 до 14.12 мкс с шагом 3.448 нс. Счетчик с правой стороны позволяет дискретно уменьшать или увеличивать значение задержки с шагом 1 такт.

2.3.2.5. Группа «Код» позволяет выбрать параметры кодирования сигнала, формируемого из битовых потоков. При этом порядок применения операций над сигналом соответствует порядку расположения соответствующих органов управления (сверху-вниз).

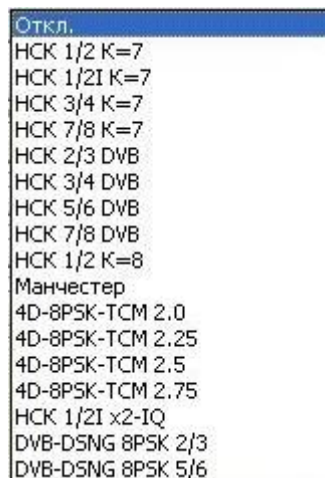


1) Флажок «Скремблер 3.20». При установке данного флажка битовый поток проходит через мультипликативный скремблер с отводами от 3 и 20 элементов регистра сдвига.

2) Флажок «Инвертор». При установке данного флажка выполняется инверсия битового потока.

3) Флажок «Диф. код 1». При установке данного флажка сигнал проходит через последовательный (битовый) дифференциальный кодер. Исключение составляет дифференциальный код для модуляции QPSK и FEC кода «НСК 1/2I x2-IQ». В это случае дифференциальное кодирование выполняется параллельно в двух каналах для QPSK.

4) Меню «FEC код» позволяет выбрать помехоустойчивый код (FEC – forward error correction) для сигнала.



«Откл.» - формирователь кода отключен.

«НСК 1/2 К=7» - несистематический сверточный код с относительной скоростью 1/2, порождающими полиномами $(171_8, 133_8)$ и длиной кодового ограничения 7.

«НСК 1/2I К=7» - несистематический сверточный код с относительной скоростью 1/2 и инверсией одной ветви кода.

«НСК 3/4 К=7» - несистематический сверточный код с относительной скоростью 3/4 и перфорацией в соответствии со спецификациями Intelsat.

«НСК 7/8 К=7» - несистематический сверточный код с относительной скоростью 7/8 и перфорацией в соответствии со спецификациями Intelsat.

«НСК 2/3 DVB» - несистематический сверточный код с относительной скоростью 2/3 и перфорацией в соответствии со спецификациями DVB.

«НСК 3/4 DVB» - несистематический сверточный код с относительной скоростью 4/4 и перфорацией в соответствии со спецификациями DVB.

«НСК 5/6 DVB» - несистематический сверточный код с относительной скоростью 5/6 и перфорацией в соответствии со спецификациями DVB.

«НСК 7/8 DVB» - несистематический сверточный код с относительной скоростью 7/8 и перфорацией в соответствии со спецификациями DVB.

«НСК 1/2 K=8» - несистематический сверточный код с относительной скоростью 1/2, порождающими полиномами $(247_8, 371_8)$ и длиной кодового ограничения $K=8$.

«Манчестер» - манчестерский код.

«4D-8PSK-TCM 2.0» - решетчатый код 4D-8PSK-TCM в соответствии с CCSDS 401.0-B со спектральной эффективностью 2.0 бита/символ.

«4D-8PSK-TCM 2.25» - решетчатый код 4D-8PSK-TCM в соответствии с CCSDS 401.0-B со спектральной эффективностью 2.25 бита/символ.

«4D-8PSK-TCM 2.5» - решетчатый код 4D-8PSK-TCM в соответствии с CCSDS 401.0-B со спектральной эффективностью 2.5 бита/символ.

«4D-8PSK-TCM 2.75» - решетчатый код 4D-8PSK-TCM в соответствии с CCSDS 401.0-B со спектральной эффективностью 2.75 бита/символ.

«НСК 1/2I x2-IQ» - несистематический сверточный код с относительной скоростью 1/2 и инверсией одной ветви кода. Кодирование выполняется независимо в каждом канале (I и Q).

«DVB-DSNG 8PSK 2/3» - решетчатый код для сигнала 8PSK с относительной скоростью 2/3 в соответствии со спецификацией ETSI EN 301 210 (DVB-DSNG). Реализован только решетчатый кодер, без перемежителя и кодера Рида-Соломона.

«DVB-DSNG 8PSK 5/6» - решетчатый код для сигнала 8PSK с относительной скоростью 5/6 в соответствии со спецификацией ETSI EN 301 210 (DVB-DSNG). Реализован только решетчатый кодер, без перемежителя и кодера Рида-Соломона.

5) Флажок «Диф. код 2». При установке данного флажка производится дифференциальное кодирование сигнального созвездия. Данная функция поддерживается для видов модуляции «BPSK», «QPSK» и «OQPSK».

2.3.2.6. Группа «Индикаторы» содержит индикаторы состояния устройства.



«Переполнение С+Ш» - в случае, если при суммировании сигнала с помехой возникает переполнение разрядной сетки, данный индикатор имеет красный цвет. Предупреждает о возможном искажении сигнала. При нормальной работе индикатор неактивен.

«Скорость данных» - содержит 4 индикатора, предупреждающих об искажении сигнала в случаях, если невозможно обеспечить необходимую скорость формирования сигнала (индикатор имеет красный цвет). Для устранения ошибки следует понизить скорость формируемого сигнала или изменить способ формирования. При нормальной работе индикатор неактивен.

«PCI» - при воспроизведении сигнала большого размера шина PCI-E не обеспечивает требуемую скорость поступления данных.

«RAM» - при воспроизведении сигнала из встроенного ОЗУ не обеспечивается требуемая скорость чтения данных.

«FIFO S» - скорость поступления данных для формирования сигнального созвездия не соответствует требуемой.

«FIFO C» - скорость поступления на вход ПУ кодера не соответствует требуемой.

2.3.2.7. Выпадающий список «Источник сигнала» позволяет выбрать способ формирования сигнала и состоит из пунктов:



«Битовый поток» - в этом случае входной информационный файл интерпретируется как последовательность бит, которая преобразуется модулятором в сигнал с требуемыми параметрами.

«Real 16 бит» - в этом случае входной информационный файл

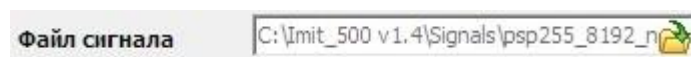
интерпретируется как последовательность 16-разрядных отсчетов сигнала в дополнительном коде. В этом режиме функции выбора вида модуляции, скремблирования, дифференциального и ПУ кодирования недоступны. При выборе данного режима становится доступным поле «Fc/Fs», позволяющее задать относительное смещение центральной частоты формируемого сигнала в диапазоне от -0.5 до 0.5 от частоты дискретизации (тактовой частоты).


«I/Q 8 бит» - в этом случае входной информационный файл интерпретируется как последовательность 8-разрядных пар отсчетов каналов I и Q в дополнительном коде. В этом режиме функции выбора вида модуляции, скремблирования, дифференциального и ПУ кодирования недоступны.

«I/Q 16 бит» - в этом случае входной информационный файл интерпретируется как последовательность 16-разрядных пар отсчетов каналов I и Q в дополнительном коде. В этом режиме функции выбора вида модуляции, скремблирования, дифференциального и ПУ кодирования недоступны.

Выпадающий список «Источник сигнала» активен только когда имитатор остановлен (после нажатия кнопки «Стоп имитатора»).

2.3.2.8. Поле «Файл сигнала» позволяет ввести или выбрать имя файла для воспроизведения.



Данное меню активно только когда имитатор остановлен (после нажатия кнопки «Стоп имитатор»). При нажатии на пиктограмму  открывается окно выбора файлов в соответствии с рис. 17.

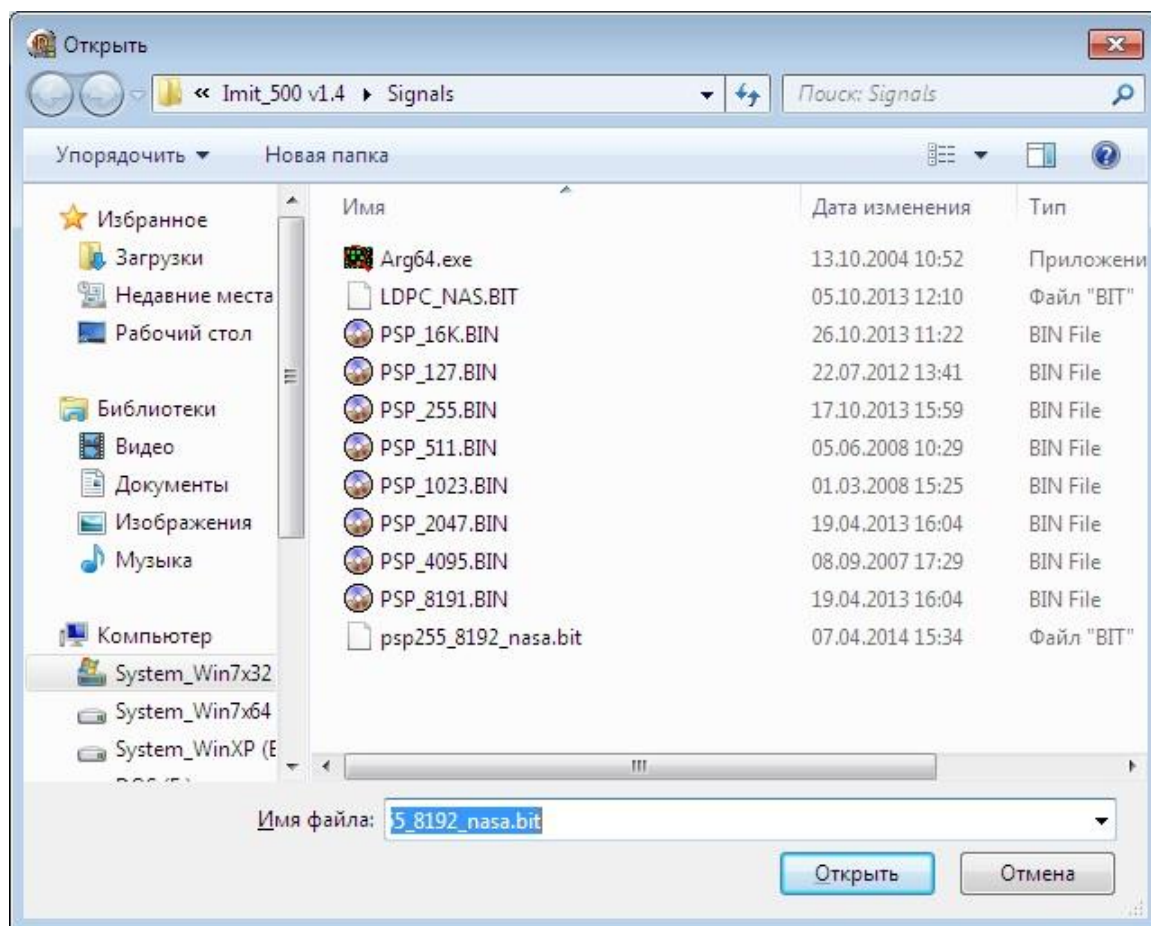
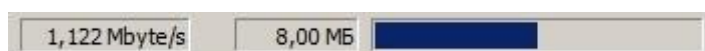


Рис. 17.

После выбора файла и нажатия кнопки «Открыть» окно выбора файлов закрывается и автоматически выполняется старт модулятора.

В случае, если размер выбранного файла меньше 4 Мбайт, то выбранный файл записывается во внутреннее ОЗУ модуля, из которого выполняется циклическое воспроизведение. Для того, чтобы отсутствовали произвольные вставки на «стыках» цикла воспроизведения длина файла должна быть кратна 4 байтам.

Если размер выбранного файла превышает указанное выше значение, то выполняется передача файла в устройство по шине PCI-E в режиме DMA. При этом в нижней части рабочего окна появляется строка, отображающая параметры пересылки сигнала по шине.



Слева отображается текущая скорость пересылки по шине PCI-E, затем объем переданных данных в текущем цикле, а также графическое отображение прогресса передачи файла.


Максимальная скорость определяется в этом случае ресурсами шины ПК и скоростью жесткого диска. Ниже приведены значения максимальной скорости формируемых сигналов для разных видов источников сигнала и форматов модуляции (при воспроизведении битовых потоков). При формировании сигналов из битовых потоков максимальная скорость зависит от спектральной эффективности выбранного формата модуляции, которая определяется количеством бит, передаваемых каждым символом сигнала.

Источник сигнала	Максимальная скорость сигнала, МБод	
	RAM	DMA
«I/Q 16 бит»	200	150
«I/Q 8 бит»	370	300
«Real 16 бит»	370	300
«Битовый поток»	370	370

При превышении указанных значений максимальной скорости возможны искажения сигнала. При этом формируется индикация ошибки «Скорость данных» группы «Индикаторы».

2.4. Выключение

При выключении ПК необходимо последовательно завершить работу ПО, а затем завершить работу ОС Windows.

Для завершения работы ПО следует нажать кнопку  в верхнем правом углу рабочего окна программы или нажать клавиши «Alt+F4».

При зависании СПО и невозможности завершить работу, следует вызвать программу «Диспетчер задач Windows» (сочетанием клавиш «Ctrl»+«Alt»+«Del») и в закладке «Приложения» снять задачу СПО, которая находится в состоянии «Не отвечает». Затем следует завершить работу ОС Windows.

В любом случае, перед выключением ПК постарайтесь завершить работу ОС

Windows.

Несоблюдение стандартной последовательности выключения может привести к разрушению СПО и необходимости его последующей переустановки.

3. СООБЩЕНИЯ ОПЕРАТОРУ

В случае «сбоя» программы или выдачи недокументированного сообщения об ошибке с последующим зависанием программы необходимо перезапустить программное обеспечение, для чего необходимо завершить работу Windows, выключить ПК и произвести повторное включение.

4. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ОСОБЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДСИСТЕМЫ

Оператору предоставлена возможность при работе использовать не только стандартный пользовательский интерфейс ПО МОД-500М, но и средства ОС Windows. В этом случае оператор должен быть квалифицированным и иметь опыт работы с данной системой.

ПК с установленным модулем МОД-500М предназначен только для работы ПО комплекса. Не допускается установка на ПК другого программного обеспечения без согласования с разработчиком.

Ответственность за поражение ПО ПК вирусами несет оператор.

5. ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

НЖМД	–	накопитель на жестком магнитном диске
ОПО	–	общее программное обеспечение
ОС	–	операционная система
ОСП	–	отношение сигнал-помеха
ОСШ	–	отношение сигнал-шум
ПК	–	персональный компьютер
ПО	–	программное обеспечение

