

# Шумоподавитель

## Руководство Пользователя

### Шумоподавитель PAOSIM

Версия программного обеспечения: 2.1

Версия руководства пользователя: 2.1



© PAOSIM February 2015

© PAOSIM Июнь 2015

**Оглавление**

1	Общее описание	3
2	Бесплатное программное обеспечение	3
3	Установка программного обеспечения	3
4	Органы управления, выключатели и индикаторы дисплея	4
4.1	Общие органы управления и индикаторы	4
4.2	Управление установками шумопонижения А/В	5
5	Настройка органов управления и движков	7
6	Выбор устройств ввода / вывода	7
7	Запуск и остановка программы	7
8	Рекомендации по использованию	7
9	Использование VAC – виртуального аудио кабеля	8
10	Время задержки и число буферов	8
11	Переключение режимов приема и передачи	9
12	Устранённые ошибки	9
13	Обратная связь аудио сигнала	9
14	Среда программирования	9
14.1	DSP в Simulink	9
14.2	Графический интерфейс GUI	10
14.3	Комбинирование Labview в Simulink	10
15	История изменений	10

## 1 Общее описание

Шумопонижение посредством DSP имеет целью поиск наилучшего набора параметров для реальных условий радиоприема. Поэтому программа снабжена двумя наборами установок (А и В). Это позволяет использовать один набор установок для сравнения с другим. Переключаясь между этими двумя наборами можно найти предпочтительное сочетание установок для наилучшей разборчивости сигнала.

Для обработки телеграфного сигнала и речи в программном обеспечении реализованы несколько алгоритмов. Все алгоритмы основаны на использовании селективной фильтрации. Шум невозможно вычистить из общего сигнала, потому что он непредсказуем. Вы не знаете, что вычитать. Селективной фильтрацией подавляется шум на частотах, находящихся вне спектра сигнала. Фильтрация очень эффективна, если вы знаете необходимые частотные компоненты.

## 2 Бесплатное программное обеспечение

Программное обеспечение и руководство пользователя бесплатны для частного использования и некоммерческого использования в образовательных учреждениях. Дается разрешение использовать информацию и программное обеспечение только в указанных выше целях. Любое коммерческое или иное применение и продажи запрещены.

Я не буду признавать ответственность за любой ущерб, нанесенный вашему оборудованию посредством применения данной информации и программного обеспечения или в результате такого применения.

Все права защищены © PAOSIM.

## 3 Установка программного обеспечения

Установка программного обеспечения проста. Распакуйте файлы в выбранную вами директорию.

Запустите исполняемый файл, и система попросит Вас установить LabView Run-Time Engine 2013 и покажет линк на корректную страницу (<http://www.ni.com/download/labview-run-time-engine-2013/4059/en/>). Эти динамические библиотеки dll необходимы для запуска исполняемых файлов LabView. Графический интерфейс шумопонижения выполнен в программной среде LabView. Если у вас на компьютере уже работают такие системы синхронизации времени как Dimension 4, советуем вам выключить NI Time Synchronization Service через MCONFIG.

Программное обеспечение проверено на операционных системах Windows XP, 7 и 8.1. Возможно, потребуется проверить установки звуковой карты, например, выбрать опцию «Позволить приложению получить исключительный контроль над этим устройством».

## 4 Органы управления, выключатели и индикаторы дисплея

### 4.1 Общие органы управления и индикаторы



#### Кнопка [Start >]

Запускает программу. Стрелка S-метра должна прыгнуть на максимум и возвратиться на S3. Эта кнопка не видна, когда работает программа.

#### Кнопка [Stop]

Останавливает работу программы.

#### Выбор устройства ввода [Input Device]

С помощью него выбирается устройство Ввода (0 - 20). Устройство Ввода 0 это записывающее устройство Windows, работающее по умолчанию. Выбор устройства ввода необходимо установить в нужное положение перед тем, как запустить программу. Выбор не оказывает влияния при работающей программе.

#### Выбор канала [Channel]

Выберите Левый (0) или Правый (1) канал. Этот выбор может использоваться до запуска программы и во время ее работы.

#### Выбор устройства вывода [Output Device]

С помощью него выбирается устройство вывода(0 – 20). Устройство вывода 0 это проигрывающее устройство Windows, установленное по умолчанию. Выбор устройства вывода нужно сделать перед тем, как запустить программу. Выбор не оказывает влияния при работающей программе.

#### Выбор количества буферов [# buffers]

С помощью него выбираются минимальное, 1, и максимальное, 24, количество буферов. Количество буферов необходимо выбирать до запуска программы. Выбор не оказывает влияния при работающей программе. В случае использования более медленных системных блоков и мобильных компьютеров следует выбирать большее число. Один буфер соответствует 125 миллисек времени.

#### Индикатор [S-meter]

Показывает силу сигнала в S баллах (6 дБ), при этом уровень S9 равен 50mV.

Красная стрелка, это сила сигнала, а голубая стрелка это уровень порога АРУ.

**Индикатор амплитуды [Magnitude]**

Показывает спектр входного сигнала (красный цвет) и обработанного сигнала (зеленый цвет) в диапазоне от 0 Гц до 4 кГц. Диапазон амплитуды от -120 дБ до 0 дБ (дБВольт).

**Индикатор времени обработки [Processing Timer]**

Время, необходимое для обработки одного входного буфера в миллисек. На современном компьютере обработка занимает менее 25 мсек. Если данный индикатор показывает 0, то обработка остановлена.

**Индикатор обработки буферов [Buffers Processed]**

Буфер обрабатывается каждые 125 мсек. Количество выполненных обработок отображается. Если отображение останавливается, то программа перестала работать.

**Регулятор усиления входного сигнала [Input Gain]**

Это дополнительный регулятор усиления, который позволяет установить уровень входного сигнала. Рекомендация: устанавливайте уровень шума ниже S9.

**Регулятор уровня выходного сигнала [Output AF Level]**

Дополнительный регулятор уровня выходного сигнала.

**Кнопка [Mute]**

Отключает выходной сигнал.

**4.2 Управление установками шумоподавления A/B****Переключатель режимов [Mode]**

Выбирает шумоподавление для CW и речевого сигнала (SSB/AM/FM).

**Переключатель выбора установок [Select Settings]**

Осуществляет переключения между установками А и В. Клавиша клавиатуры <Enter> управляет этим переключателем.

**Кнопка включения ружинг-фильтра [Roofing Filter A/B]**

Включает полосовой ружинг-фильтр шириной 600 Гц перед обработкой телеграфного сигнала.

**Кнопка [CW NR/BPF/A/B]**

Включает шумоподавление для CW сигнала.

**Переключатель выбора режимов [nLMS1/nLMS2/FFT/BPF A/B]**

Позволяет выбирать тип обработки, используемый для шумоподавления CW сигнала:

- nLMS1 это нормализованный адаптивный фильтр, основанный на алгоритме минимальной среднеквадратичной ошибки.

- nLMS2 это улучшенный нормализованный адаптивный фильтр, основанный на алгоритме минимальной среднеквадратичной ошибки.

- FFT это шумоподавление, основанное на Быстром преобразовании Фурье.

- BPF это узкополосный (35 Гц) полосовой фильтр с крутыми скатами, который использует Быстрое преобразование Фурье (FFT).

Для наиболее эффективной работы шумопонижения nLMS используйте полосу входного сигнала не менее 500 Гц.

### **Регулятор уровня шумопонижения [CW NR Level A/B]**

Контролирует уровень шумоподавления для nLMS и FFT фильтров.

### **Установка [Fc A/B]**

Одновременно устанавливает центральную частоту полосового фильтра и пикового фильтра звуковых частот (APF).

### **Кнопка [APF A/B]**

Включает пиковый фильтр звуковых частот (APF) полосой 30 Гц.

### **Кнопка [SSB NR A/B]**

Включает SSB шумопонижение.

### **Переключатель [Auto Notch A/B]**

Включает автоматический Notch фильтр (подавление несущей) с использованием шумопонижения. Автоматический Notch фильтр может быть также эффективен при подавлении стабильных источников помех (QRM).

### **Регулятор [SSB NR Level A/B]**

Управляет уровнем шумопонижения.

### **Регулятор усиления [Manual Gain A/B]**

Управляет усилением после обработки сигнала. Можно использовать вместо АРУ.

### **Кнопка [AGC A/B]**

Включает режим автоматической регулировки усиления.

### **Регулятор [AGC Knee A/B]**

Устанавливает пороговый уровень АРУ в S-баллах. Этот уровень отображается на S-метре голубой стрелкой.

### **Регулятор [AGC Speed A/B]**

Устанавливает скорость работы АРУ (0= медленное АРУ, 1= быстрое АРУ).

## **5 Настройка органов управления и движков**

Кнопки и выключатели управляются левой клавишей мыши. Движки также можно настраивать щелчком левой клавиши мыши на соответствующую цифру или число и с использованием клавиш «Вверх – вниз» на клавиатуре.

Переключатель выбора установок – Select Settings также можно задействовать посредством клавиши <Enter> на клавиатуре.

## **6 Выбор устройства (устройств) ввода и вывода**

Устройства ввода / вывода необходимо выбирать до начала работы программы. Может быть выбрано до 21 устройства. Устройство 0 всегда устройство по умолчанию. Если не знаете точно, какой номер устройства следует выбрать, то можно установить проигрывающее или записывающее устройство по желанию с использованием выбора по умолчанию в среде Windows. Во время работы программы может быть также выбран левый или правый канал (0/1). Частота дискретизации устройства ввода / вывода составляет 48 кГц, а разрядность равна 16 бит.

## **7 Запуск и остановка программы**

Программа начинает работать после нажатия кнопки «->». Программа останавливает работу при нажатии кнопки «Stop».

## **8 Рекомендации по использованию**

Уровень выходного сигнала лучше всего устанавливать после включения АРУ.

АРУ является не среднеквадратичным детектором, а детектором пикового напряжения.

Предпочтительно, чтобы уровень шума входного сигнала был более S3 (0 дБ усиления входного сигнала).

Обработка сигнала происходит с частотой дискретизации в 8кГц, а ширина полосы звукового сигнала фиксируется рифинг-фильтром в пределах 125 – 2900 Гц.

Порог срабатывания АРУ это основной регулируемый параметр и он может рассматриваться как установка усиления ВЧ. Порог срабатывания АРУ ограничивает усиление уровня сигнала ниже, чем пороговое напряжение. Поэтому все сигналы, которые имеют напряжение ниже порога АРУ, будут иметь одинаковое и постоянное усиление. Порог срабатывания АРУ устанавливается в S-баллах (голубой индикатор на S-метре).

Если уровень порога устанавливается слишком низким, то все сигналы и шум усиливаются до одного и того же максимального уровня. В результате после шумопонижения уменьшенный

уровень шума усиливается снова до максимального уровня. Это в реальности нейтрализует шумопонижение, потому что шум и сигнал будут снова иметь одинаковый уровень.

Для начала рекомендуется сделать следующие две установки:

- 1) Установите порог АРУ примерно на 1 S-балл ниже, чем уровень необработанного шума, при скорости срабатывания АРУ установленной по умолчанию.

Ожидается, что уровень сигнала будет всегда выше, чем уровень шума. Только более сильные сигналы нуждаются в контроле уровня выходного сигнала со стороны АРУ. Теперь весь шум, с уровнем более низким, чем порог АРУ будет усиливаться с одинаковым и постоянным уровнем. АРУ остается неактивным ниже порогового напряжения. Более слабый шум теперь остается более слабым, поэтому также и пониженный шум после включения шумопонижения останется более слабым.

- 2) Выключите АРУ шумопонижения и используйте усиление ВЧ и АРУ приемника.

Установите усиление ВЧ несколько выше, чем уровень шума, чтобы слабый сигнал не активировал АРУ приемника. Установите ручную регулировку усиления в шумопонижении на комфортный уровень без включения шумопонижения. Затем включите режим шумопонижения.

АРФ пиковый фильтр и ВРФ полосовой фильтр (35 Гц) имеют одинаковую центральную частоту  $F_c$  и их можно использовать одновременно. Когда вы используете эти фильтры, частоту приема нужно настраивать очень точно.

## 9 Использование VAC – виртуального аудио кабеля

Программа VAC позволяет создать интерфейс с SDR, аудио файлами и другим звуковым программным обеспечением.

<http://software.muzychenko.net/eng/vac.htm>

Очень рекомендуем бесплатное программное обеспечение Audacity для использования в сочетании с VAC.

<http://audacity.sourceforge.net/?lang=en>

Аудио файлы могут быть адаптированы для использования с шумопонижением. В том числе, конвертирование частоты дискретизации в 48 000 кГц может быть выполнено с помощью программы Audacity. Поставляемые вместе с программой файлы формата mp3 можно использовать для тестирования программы Audacity. С помощью комбинации клавиш <Shift> и <Space> можно постоянно повторять проигрывание файлов.

## 10 Время задержки и число буферов

Общее время задержки это сумма наибольшего времени обработки и наибольшего времени буферизации, которые необходимы для непрерывного звука в системе Windows. Выбранное

число выходных буферов показывает время, которое может потребоваться, когда операционная система Windows обрабатывает процесс шумопонижения. Один буфер соответствует 125 миллисек. Время задержки, большее, чем общее время буферизации вызовет перерывы в воспроизведении аудиосигнала. Если эти перерывы продолжают иметь место, требуется перезапуск программы шумопонижения.

Чтобы установить одну и ту же задержку для всех комбинаций обработки, время задержки при обработке устанавливается постоянным и равным сумме всех последовательных задержек при обработке. FFT отвечает примерно за 150 мсек от общего времени задержки при обработке центральным процессором, равном 180 мсек.

## **11 Переключение режимов приема и передачи**

Задержка аудио сигнала слишком велика для самоконтроля при телеграфной манипуляции.

В этом случае может помочь отдельное устройство коммутации.

В этом устройстве аудио выход компьютера и аудио выход трансивера переключаются телеграфной манипуляцией. Чтобы сократить время задержки, можно создать задержку при переключении обратно на аудио сигнал с компьютера. В этом случае будет поддерживаться режим QSK. Шумопонижение снова начинает работать после задержки при переключении.

## **12 Устранённые ошибки**

*Процесс буферизации ввода / вывода не очень хорошо реализован в Labview от National Instruments! Это старый, хорошо известный баг в Labview, и стабильная аудиобработка невозможна.* В предыдущей версии 1.0, когда программа останавливалась в результате других действий процесса, и происходил сбой, отображалось сообщение об ошибке (error 4823), особенно при использовании более медленных и более старых компьютеров.

Программное обеспечение WaveIO (VI's), разработанное господином C.Zeitnitz, разрешило эту проблему, и позволяет использовать звуковую карту с Labview.

Однако, Labview не поддерживает автоматическое разрешение проблемы избыточного и недостаточного потока данных в буферизации.

## **13 Обратная связь аудио сигнала**

Уровень усиления при обработке сигнала может быть значительным.

Необходимо избегать обратной связи (перекрестных наводок) с цепей выхода аудио сигнала на цепи входа. Такие наводки могут вызывать эффекты эхо или самовозбуждения.

## **14 Среда программирования**

### **14.1 DSP в Simulink**

Для работы с цифровой обработкой сигнала (DSP) очень подходит программное обеспечение Matlab / Simulink. Оно поддерживает разработку DSP, в том числе, для шумоподавления. Simulink позволяет в интерактивном режиме работать с DSP, как со схемами аналоговой, так и цифровой электроники. Для обработки сигнала Simulink использует функциональные блоки. Каждый блок описан однозначным и понятным образом. Simulink поддерживает много способов измерения и тестирования в процессе разработки программного обеспечения. Такие блочные схемотехнические решения необходимы, потому что большой объем обработки производится в параллельном режиме и в реальном времени, как в схеме аналоговой или цифровой электроники. Это позволяет поддерживать обзор программируемых процессов. Вам нет необходимости знать, как программировать DSP программу, вы можете полностью сконцентрироваться на функциональности программы. Simulink в этом смысле прекрасно поддерживает программирование DSP.

Для домашнего или личного использования имеется доступная по цене, версия программного обеспечения. См. также:

<http://nl.mathworks.com/pricing-licensing/index.html?intendeduse=home>

<http://nl.mathworks.com/products/matlab-home/>

<http://nl.mathworks.com/hardware-support/rtl-sdr.html>

## 14.2 Графический интерфейс пользователя (GUI) в LabView

Labview очень хорошо подходит для разработки Графических интерфейсов пользователя (GUI). Программа LabView также может выполнять DSP, используя блоки, однако эти блоки не столь хорошо описаны. Используя обе программы, LabView и Simulink, совместно можно получить наилучший результат.

## 14.3 Комбинирование LabView и Simulink

Имеется возможность подготовить файлы динамических библиотек (dll) в DSP модели Simulink и вызывать их в программе LabView. Эти файлы dll, вместе с исполнительным файлом Labview и составляют общий пакет программы.

## 15 История изменений

Февраль 2015 г. Beta 1.0, 2.0 и 2.1

Beta 2.0/2.1:

Добавлен фильтр нижних частот на выходе после повышающей дискретизации.

Оба фильтра низких частот на входе и выходе имеют полосу 3,5 кГц и IIR 6-го порядка.

Изменен S-метр, диапазон расширен до 0-14 S-баллов.

Март 2015 года v1.0

Редакторские изменения.

Улучшена фильтрация при понижающей и повышающей дискретизации. Фильтр низких частот на входе и на выходе имеет полосу 3,5 кГц с использованием фильтрации с помощью многоскоростного полифайзера.

Апрель 2015. v2.0

Решена проблема с ошибкой 4823, введен выбор числа выходных буферов.

Максимальное число устройств ввода / вывода увеличено до 21.

Улучшено шумопонижение в SSB. Настроен и улучшен режим FFT шумопонижения в режиме CW.

Июнь 2015 v2.1

Найден очень хорошо скрытый и раздражающий сбой при вызове файлов dll Simulink в Labview.

Пересмотрен процесс шумопонижения в режиме SSB.