

18.1.1. Структура GUI SPTool

Обращение к GUI SPTool происходит по команде:

```
sptool
```

после чего открывается окно **SPTool: startup.spt** с тремя группами:

- Signals** (Сигналы);
- Filters** (Фильтры);
- Spectra** (Спектры).

18.1.2. Сигналы: группа *Signals*

Группа **Signals** включает список имен входных и выходных сигналов системы цифровой фильтрации и кнопку **View** (Вид) для визуализации сигналов.

Источником *входного* сигнала для GUI SPTool у нас будет **Workspace**.

Например, сгенерируем сигнал s :

```
>> n = 0:pi/16:10*pi;  
>> s = sin(n);
```

Импорт входного сигнала в GUI SPTool выполняется по команде меню **File | Import** (Файл | Импорт), после чего открывается окно **Import to SPTool** (Импорт в SPTool) с двумя переключателями в группе **Source** (Источник):

- From Workspace** (Из Workspace) — импорт из **Workspace**;
- From Disk** (С диска) — импорт с диска.

При установке переключателя **From Workspace** необходимо выполнить следующие действия:

1. В группе **Workspace Contents** (Содержимое **Workspace**) выделить имя импортируемого сигнала, в примере — s .
2. Нажать кнопку **—>**, после чего имя переменной s будет отображено в поле **Data** (Данные).
3. В раскрывающемся списке **Import As** (Импортировать как) выбрать значение **Signal** (Сигнал).
4. В поле ввода **Sampling Frequency** (Частота дискретизации) указать частоту дискретизации в герцах, в примере — 1000.
5. В поле ввода **Name** (Имя) указать имя сигнала — по умолчанию **sig** с номером **N**, в примере — **sig1**.
6. Нажать кнопку **OK** и убедиться, что имя сигнала отобразилось в группе **Signals** окна **SPTool: startup.spt**.

Визуализация и анализ сигнала выполняются после выделения имени сигнала (одного или нескольких с помощью клавиши <Ctrl>) в группе **Signals** и нажатия кнопки **View**, после чего открывается окно **Signal Browser** (Просмотр сигнала).

Окно **Signal Browser** включает в себя два графических поля:

- верхнее — для анализируемого сигнала в виде непрерывной функции с указанием количества отсчетов (длины сигнала) и частоты дискретизации F_s в герцах.

При выделении в группе **Signals** нескольких имен сигналов над графиком отображается их список;

- нижнее **Panner** (Панорама) — для панорамного (общего) вида сигнала с отображением в рамке его анализируемого участка при изменении масштаба.

С помощью кнопок на панели инструментов можно изменять масштаб, интервал наблюдения и активизировать маркеры, фиксирующие значения сигнала, а также его локальные максимумы и минимумы.

Если анализируются одновременно несколько сигналов, то для их выделения разным цветом следует воспользоваться кнопкой **Line Properties** (Свойства линии) на панели инструментов или одноименной командой контекстного меню, щелкнув правой кнопкой мыши на поле графика. Рекомендуется внимательно относиться к выбору цветов, т. к. более темный цвет может скрыть более светлый.

Например, импортируем из **Workspace** сигнал:

```
>> v = cos(n);
```

Зададим частоту дискретизации 2000 Гц.

Выделим в группе **Signals** оба сигнала и выберем цвета графика.

Удаление или *переименование* сигнала, имя которого выделено в группе **Signals**, а также *изменение частоты дискретизации* выполняются с помощью соответствующих команд меню **Edit** окна **SPTool: startup.spt**.

Изменить имя сигнала или частоту дискретизации можно непосредственно в окне **Signal Browser** с помощью контекстного меню, которое открывается после щелчка правой кнопки мыши на поле графика.

18.1.3. Моделирование системы цифровой фильтрации: группа **Filters**

Группа **Filters** содержит список имен синтезированных цифровых фильтров (ЦФ) и четыре кнопки:

- View** (Вид) — анализ ЦФ, имя которого выделено в группе **Filters**, средствами GUI FVTool (Filter Visualization Tool — средство визуализации фильтра);
- New** (Новый фильтр) — синтез нового ЦФ с сохранением имени в группе **Filters**;
- Edit** (Редактирование) — синтез ЦФ без изменения имени в группе **Filters**;

□ **Apply** (Применить) — моделирование системы цифровой фильтрации.

Синтез нового ЦФ выполняется при нажатии кнопки **New**, после чего в группе **Filters** автоматически появляется имя ЦФ — по умолчанию `filt` с номером `N` — и открывается окно **Filter Design & Analysis Tool GUI FDATool**.

Для импорта ЦФ из `Workspace` необходимо выполнить следующие действия:

1. В группе **Filters** нажать кнопку **New**.
2. В открывшемся окне **Filter Design & Analysis Tool** выбрать команду меню **File | Import Filter from Workspace** (Файл | Импортировать фильтр из `Workspace`).
3. В полях ввода **Numerator** (Числитель) и **Denominator** (Знаменатель) ввести имена векторов коэффициентов ЦФ, сохраненные в `Workspace`.
4. В раскрывающемся списке **Filter Structure** (Структура фильтра) выбрать структуру ЦФ.
5. В группе **Sampling Frequency** в поле **Units** выбрать `Hz` и указать частоту дискретизации в поле **Fs**.
6. Нажать кнопку **Import Filter** (Импортировать фильтр).

Имя ЦФ — по умолчанию `filt` с номером `N` — появляется в группе **Filters**.

Например, импортируем из `Workspace` простейший БИХ-фильтр 2-го порядка *прямой структуры* с коэффициентами:

```
>> b = [1 1 1];  
>> a = [1 0.9 0.64];
```

Удаление или *переименование* ЦФ, имя которого выделено в группе **Filters**, а также *изменение частоты дискретизации* выполняются с помощью соответствующих команд меню **Edit** окна **SPTool: startup.spt**.

Для моделирования системы цифровой фильтрации необходимо выполнить следующие действия:

1. В группе **Signals** выделить имя входного сигнала.
2. В группе **Filters** выделить имя ЦФ.
3. Нажать кнопку **Apply**.

Открывается окно **Apply Filter** (Применить к фильтру) с именами входного сигнала, фильтра и выходного сигнала, по умолчанию `sig` с номером `N`.

4. В раскрывающемся списке **Algorithm** (Алгоритм) выбрать алгоритм вычисления выходного сигнала (реакции) ЦФ; по умолчанию реакция вычисляется по разностному уравнению при заданной структуре ЦФ;
5. Нажать кнопку **OK** — имя выходного сигнала отобразится в группе **Signals**.

18.1.4. Спектральный анализ: группа *Spectra*

Группа **Spectra** содержит список имен спектральной плотности мощности СПМ (PSD — Power Spectral Density — спектральная плотность мощности) сигналов и три кнопки:

- View** — визуализация и анализ СПМ с именем, выделенным в группе **Spectra**;
- Create** (Создать) — расчет СПМ сигнала с именем, выделенным в группе **Signals**, с сохранением имени СПМ в группе **Spectra**;
- Update** (Обновление) — расчет СПМ без изменения имени в группе **Spectra**.

Визуализация и анализ СПМ выполняются после выделения имени СПМ (одного или нескольких с помощью клавиши <Ctrl>) в группе **Spectra** и нажатия кнопки **View**, после чего открывается окно **Spectrum Viewer** (Просмотр спектра).

Например, визуализируем СПМ тестового сигнала *train* в группе **Signals**.

Если анализируются одновременно несколько СПМ, то для их выделения разным цветом следует воспользоваться кнопкой **Line Properties** на панели инструментов или одноименной командой контекстного меню, щелкнув правой кнопкой мыши на поле графика.

Вычисление и анализ СПМ сигнала, имя которого выделено в группе **Signals**, выполняются при нажатии кнопки **Create**, после чего в группе **Spectra** автоматически отображается имя СПМ — по умолчанию *spect* с номером *N* — и открывается окно **Spectrum Viewer**.

Окно **Spectrum Viewer** включает в себя две группы и одно графическое поле.

- Группу **Signal** — для отображения имени, длины и частоты дискретизации F_s анализируемого сигнала;

При выделении в группе **Spectra** нескольких имен СПМ, соответствующих различным сигналам, в группе **Signal** будет отображаться имя сигнала, соответствующее первому (верхнему) имени СПМ в группе **Spectra**.

- Группу **Parameters** — для выбора метода спектрального анализа и параметров настройки при расчете СПМ;

В списке **Method** представлены два метода *непараметрического* спектрального анализа:

- **FFT** — метод периодограмм.
Параметр настройки **Nfft** — размерность ДПФ, которую будем выбирать равной длине сигнала;
- **Welch** — метод Уэлча.
Параметры настройки:
 - **Nfft** — размерность ДПФ, которую будем выбирать равной длине сигнала;
 - **Window** — окно;
 - **Nwind** — длина фрагмента;

–**Overlap** — длина перекрытия.

Среди методов *параметрического* спектрального анализа выделим метод Юла—Уолкера — Yule AR с параметрами настройки:

–**Nfft** — размерность ДПФ, которую будем выбирать равной длине сигнала;

–**Order** — порядок AR-модели.

Нижний раскрывающийся список с заголовком Inherit from (Наследовать от) дублирует список СПМ в группе **Spectra**.

Кнопка **Revert** (Вернуться) активна *до нажатия кнопки Apply* и позволяет оперативно вернуться к предыдущему методу в списке **Method**.

□ Графическое поле — для оценки СПМ (Power Spectral Density Estimate).

С помощью следующих команд меню **Options** можно управлять свойствами графика СПМ:

- **Magnitude Scale** (Шкала по оси ординат) — единицами измерения СПМ:
 - **decibels** — дБ/Гц (по умолчанию);
 - **Linear** — Вт/Гц;
- **Frequency Range** (Диапазон частот) — интервалом частот при выводе графика СПМ:
 - **[0, Fs/2]** — в основной полосе частот (по умолчанию), где **Fs** — частота дискретизации;
 - **[0, Fs]** — на периоде;
 - **[-Fs/2, Fs/2]** — на периоде, центрированном относительно нулевой частоты;
- **Frequency Scale** (Масштаб по оси частот) — масштаб по оси частот:
 - **Linear** — линейный;
 - **Log** — логарифмический.

С помощью кнопок на панели инструментов можно изменять масштаб, интервал наблюдения, активизировать маркеры, фиксирующие значения СПМ, а также ее пики и впадины.

После выбора метода спектрального анализа и установки необходимых параметров нажимается кнопка **Apply**.

Для расчета СПМ того же сигнала другим методом с *сохранением нового имени* в группе **Spectra** следует *закрыть* окно **Spectrum Viewer** и повторить процедуру.

При нажатой кнопке **View** в группе **Spectra** кнопка **Apply** в окне **Spectrum Viewer** позволяет оперативно анализировать оценки СПМ, вычисляемые разными методами, *без сохранения имени* в группе **Spectra**.

Удаление или переименование СПМ, имя которого выделено в группе **Spectra**, а также изменение частоты дискретизации выполняются с помощью соответствующих команд меню **Edit** окна **SPTool: startup.spt**.

Изменить имя СПМ или частоту дискретизации можно непосредственно в окне **Spectrum Viewer** с помощью контекстного меню, которое открывается после щелчка правой кнопки мыши на поле графика.

18.1.5. Экспорт данных из GUI SPTool

Экспорт данных (сигнала, фильтра или СПМ) из GUI SPTool выполняется в окне **SPTool: startup.spt** по команде меню **File | Export** (Файл | Экспорт), после чего открывается окно **Export from SPTool** (Экспорт из SPTool), в котором необходимо выполнить следующие действия:

1. В группе **Export List** (Список экспортируемых данных) выделить имя экспортируемых данных (если их несколько, то с помощью клавиши <Ctrl>).
2. С помощью соответствующих кнопок указать, куда экспортируются данные — у нас **Export to workspace**.

При экспорте данных в *Workspace* они автоматически сохраняются с теми же именами, что и в GUI SPTool.

При экспорте в *Workspace* данные представляются в виде *массивов записей*. Обращение к массиву записей (структуре) производится по его имени, совпадающему с именем в окне **SPTool: startup.spt**. Список полей массива зависит от экспортируемых данных.