

ЛР03: синтез и анализ КИХ-фильтров

ЛР03 выполняется средствами GUI (Graphical User Interface — графический интерфейс пользователя) FDATool (Filter Design and Analysis Toolbox — средства проектирования и анализа фильтров).

Обращение к FDATool выполняется по команде:

```
>> fdatool
```

Пункты задания включают в себя:

I. Синтез КИХ-фильтра *ФНЧ (ФВЧ)*.

1. В группе **Response Type** (Тип характеристики) выбрать тип избирательности:
 - Lowpass — ФНЧ;
 - Highpass — ФВЧ;
 - Bandpass — ПФ;
 - Bandstop — РФ.
2. В группе **Design Method** (Метод синтеза) выбрать переключатель **FIR** — КИХ-фильтр.
3. Задать требования к АЧХ КИХ-фильтра.
 - а) В группе **Frequency Specifications** (Требования к частотам) в списке **Units** (Единицы измерения) выбрать Hz (Гц) и задать частоту дискретизации (**Fs**) и граничные частоты ПП (**Fpass**) и ПЗ (**Fstop**).
 - б) В группе **Magnitude Specifications** (Требования к АЧХ) в списке **Units** выбрать Linear (Безразмерный) и задать максимально допустимые отклонения в ПП (**Apass**) и ПЗ (**Astop**).
4. Синтезировать КИХ-фильтр ФНЧ (ФВЧ) *методом окон* с применением окна *Кайзера*:
 - а) В переключателе **FIR** выбрать Window.
 - б) В группе **Options** (Параметры) в списке **Window** выбрать Kaiser (Окно Кайзера) и сбросить флаг **Scale Passband** (Масштабирование).
 - в) В группе **Filter Order** (Порядок фильтра) выбрать переключатель **Minimum order** (Минимальный порядок) и выполнить синтез КИХ-фильтра — нажать нижнюю кнопку **Design Filter** (Синтезировать фильтр).

Информация о *порядке R* синтезированного фильтра (**Order**) отображается в группе **Current Filter Information** (Информация о текущем фильтре).
 - г) Уточнить порядок КИХ-фильтра по результатам *проверки выполнения требований к АЧХ*.

По умолчанию в графическом окне выводится *характеристика ослабления*. Для вывода АЧХ следует обратиться к команде меню **Analysis | Analysis Parameters Analysis Parameters** (Анализ | Параметры анализа).

Для проверки выполнения требований к АЧХ следует нажать кнопку **Zoom in** на панели инструментов и *поочередно* выделить АЧХ в ПП и ПЗ.

В каждой из этих полос, *отжав* кнопку **Zoom in**, подвести курсор к максимальному (по модулю) отклонению АЧХ и выполнить щелчок левой кнопки мыши. Рядом с выделенной точкой будут выведены ее координаты — значения частоты и АЧХ. Максимальные (по модулю) отклонения АЧХ следует сравнить с заданными максимально допустимыми отклонениями.

Если требования к АЧХ *не выполняются*, порядок КИХ-фильтра увеличивают, а если *выполняются* — уменьшают при выбранном переключателе **Specify order** (Произвольный порядок).

При установке переключателя **Specify order** для *метода окон* указывается частота дискретизации **Fs** и частота разрыва **Fc**:

$$f_c = \frac{f_{\chi} + f_k}{2}$$

При увеличении/уменьшении порядка *необходимо обращать внимание на тип КИХ-фильтра!*

В результате определяют *минимальный порядок* R_{\min} , при котором выполняются требования к АЧХ.

Убедиться, что при окне Кайзера *автоматически* синтезируется КИХ-фильтр минимального порядка!

5. Записать порядок R_{\min} .
6. Проанализировать ИХ, АЧХ и ФЧХ КИХ-фильтра ФНЧ (ФВЧ) *минимального* порядка с помощью команд пункта меню **Analysis**.
7. Скопировать графики в ШАБЛОН, прилагаемый в отчете, из окна, которое открывается по команде меню

View — FVTool (последняя команда) — Edit — Copy Figure

II. Синтез КИХ-фильтра *методом чебышевской аппроксимации* Equiripple (Равноволновый).

1. Для заданных требований к АЧХ выполнить следующие действия:
 - д) В переключателе **FIR** выбрать Equiripple (С равными отклонениями — метод чебышевской аппроксимации).
 - е) в группе **Options** в поле ввода **Density Factor** (Коэффициент плотности сетки частот) указать значение 20 (по умолчанию).
 - ж) В группе **Filter Order** выбрать переключатель **Minimum order** и выполнить синтез КИХ-фильтра — нажать нижнюю кнопку **Design Filter**.

Информация о *порядке* R синтезированного фильтра (**Order**) отображается в группе **Current Filter Information** (Информация о текущем фильтре).

- з) Уточнить порядок КИХ-фильтра по результатам *проверки выполнения требований к АЧХ*.

Выполняется так же, как в методе окон (см. п. 4г), но при установке переключателя **Specify order** для *метода чебышевской аппроксимации* указываются *веса* в ПП и ПЗ.

В результате определяют *оптимальный порядок* R_{opt} , при котором выполняются требования к АЧХ.

- и) Записать порядок R_{opt} .
- к) Проанализировать ИХ, АЧХ и ФЧХ оптимального КИХ-фильтра ФНЧ (ФВЧ) и скопировать их в ШАБЛОН, прилагаемый в отчете.
- л) Выбрать *структуру* оптимального КИХ-фильтра ФНЧ (ФВЧ).

Информация о структуре (**Structure**) отображается в группе **Current Filter Information**.

По умолчанию для КИХ-фильтра выбирается прямая структура (Direct-Form FIR).

Ее преобразование в прямую приведенную структуру Direct-Form Symmetric FIR выполняется по команде меню **Edit | Convert Structure** (Редактирование | Преобразование структуры).

III. Синтез КИХ-фильтра **ПФ (РФ)**.

Аналогично выполнить синтез КИХ-фильтра ПФ (РФ) методами *окон* и *чебышевской аппроксимации*.

Записать только их минимальный и оптимальный *порядки*.