**Лекция 12.**

**Изучение методов синтеза цифровых фильтров с использованием пакета программ QUEDESIGN Матлаб**

Загрузит ППП Матлаб QUEDESIGN не появится окно этой программы. Кроме основного меню и панели инструментов здесь содержится текущая информация о структуре фильтра, его порядке, устойчивости (Current Filter Information); график допусков для АЧХ (в дБ) (Filter Specifications), а также вкладка Design.

Filter для задания типа фильтра, его класса, метода синтеза, порядка фильтра, частоты дискретизации, граничных частот полос пропускания и

задерживания и допустимых затуханий в этих полосах. Кроме того, имеется

вкладка для исследования эффектов квантования (Set Quantization

Parameters).

По заданнным требованиям к АЧХ произведем расчёт фильтра.

 На вкладке Design Filter в нижней части окна установите переключатель

Filter Type в одно из следующих положений: Lowpass (ФНЧ), Highpass

(ФВЧ), Bandpass (ППФ) или Bandstop (ПЗФ). Затем используйте

переключатель Design Method. Если выбрать рекурсивный фильтр, иначе

БИХ-фильтр (IIR – Infinite Impulse Response), то далее в раскрывающемся

списке нужно указать класс фильтра (Batterworth (Баттерворта), Chebyshev

Type I (Чебышёва), Chebyshev Type II (инверсный Чебышёва), Elliptic

(эллиптический)). При синтезе этих фильтров используется метод

билинейного z-преобразования. В случае синтеза нерекурсивного фильтра

(КИХ-фильтра, FIR – Finite Impulse Response) возможны методы: Equiripple

(метод Ремеза, обеспечивающий равномерные пульсации АЧХ), Least-

Squares (обеспечение минимума среднего квадратического отклонения АЧХ

от заданной), Window (использование окон в качестве весовых функций при

синтезе фильтра) и др.

 В разделе Filter Order укажите требуемый порядок фильтра или

установите переключатель в положение Minimum order (наименьший

возможный порядок).

 Далее перейдите к разделам Filter Specifications и Magnitude

Specifications. Последовательно подводите курсор мыши к полям ввода

параметров и вводите желаемые значения с клавиатуры. Смысл параметров

можно понять из расположенного в верхней части окна графика допусков

(Filter Specifications). Следует ввести частоту дискретизации Fs, граничные

частоты полосы пропускания и полосы задерживания (Fpass и Fstop),

допустимые затухания в полосе пропускания и в полосе задерживания (Apass

и Astop).

 После задания всех параметров щёлкните по кнопке Design Filter,

расположенной в самом низу. Будет произведён расчёт, после чего можно

просмотреть характеристики синтезированного фильтра.

 Для просмотра характеристик фильтра надо вывести на экран частотные и временные характеристики фильтра, диаграмму полюсов и нулей, коэффициенты фильтра можно точно так же, как это делается в программе fvtool (см. раздел 7). Для перехода к просмотру характеристик удобно вывести на экран специальное окно просмотра путём нажатия кнопки Full View Analysis панели инструментов.

Для экспорта и импорт описания фильтра выберите команду Export меню File (<Ctrl>+E). В появившемся окне экспорта укажите область, куда будут переданы коэффициенты фильтра (Workspace – рабочая область MatLab, Text-file – текстовый файл, MAT-file – МАТ-файл, который затем можно загрузить в MatLab командой load).

Задайте имена переменных для записи векторов коэффициентов числителя (Numerator) и знаменателя (Denominator) передаточной функции (по умолчанию Num и Den). Если фильтр имеет каскадную структуру (second-

order-sections), то экспортируется матрица SOS и коэффициент усиления G.

Изменить структуру фильтра можно щёлкнув по кнопке Convert Structure и далее произведя выбор из списка (в версии MatLab 6.1). В версии MatLab 6.5 изменение структуры осуществляется путём выбора соответствующей команды в меню Edit. Если в рабочей области MatLab уже есть переменные с указанными именами, то установите флажок Overwrite existing variables, чтобы их значения были заменены новыми. Щёлкните по кнопке Apply. При экспорте в файл будет запрошено имя файла.

 Если программу fdatool нужно использовать не для расчёта, а только для

анализа характеристик фильтра, в том числе для анализа их изменения при

квантовании коэффициентов и переменных фильтра, то применяется

процедура импорта описания фильтра. Выберите команду Import Filter

(<Ctrl>+ I) меню Filter (в версии MatLab 6.1) или меню File (в версии MatLab

6.5). Вкладка Design Filter окна программы fdatool будет заменена на вкладку

Import Filter. Укажите тип структуры (Filter Structure), выбрав нужную строку

в раскрывающемся списке. В полях ввода укажите коэффициенты числителя

и знаменателя передаточной функции фильтра. Список заключается в

квадратные скобки, значения коэффициентов разделяются пробелами.

Например, если передаточная функция имеет вид

 0.2 – 0.42z –1 +0.05z –2

 K(z) =

 1+ 0.18z –1 – 0.24z –2 + 0.081z –3 ,

то в поле Numerator следует ввести [0.2 –0.42 0.05], а в поле Denominator

[1 0.18 –0.24 0.081].

 В поле Sampling Frequency введите частоту дискретизации Fs, указав

единицу измерения в поле Units.

 Если векторы коэффициентов фильтра b и a, а также частота

дискретизации Fs уже существуют в рабочей области MatLab, то вместо

ввода численных значений в соответствующих полях ввода нужно просто

указать имена переменных.

 Щёлкните по кнопке Import Filter. Далее можно просматривать

характеристики фильтра.

 Для возврата в режим расчёта фильтров используется команда Design

Filter меню Filter (в версии MatLab 6.1) или кнопка с тем же названием,

расположенная в вертикальном ряду кнопок у левой границы окна (в версии

MatLab 6.5).

 Проведите исследование для различных структур, в том числе и для

каскадной. Укажите, для какой структуры разрядность коэффициентов

наименьшая.