

ПРИМЕР РАСЧЁТА НЕРЕКУРСИВНОГО ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА НИЖНИХ ЧАСТОТ

Проектируется НЦФ нижних частот с полосой пропускания w_n от 0 до 0,1 (частота нормирована) и полосой задерживания w_z от 0,4 до 0,5.

Допуски на отклонение АЧХ от номинального уровня:

в полосе пропускания $\alpha_{max} = 0,1$ дБ; в полосе задерживания $\alpha_{min} = 40$ дБ.

Найти минимальное число N (порядок фильтра), позволяющее удовлетворить заданным требованиям.

Решение. 1. Запустить программу DNF.exe. Затем щелчком левой клавиши мыши (в дальнейшем *щёлкнуть мышью*) на кнопке "New" главного меню (см. рис. 9, вверху слева) вызвать подменю "Параметры ЦФ". В соответствующие окна занести (с клавиатуры) исходные параметры (рис. 9, а). В окно "Порядок фильтра" занести любое нечетное число (вплоть до 999 и более), например, 17. Щелкнуть мышью на кнопках "Прямоугольное весовое окно" и "Запомнить".

2. Щелкнуть на кнопке "ЛАЧХ" главного меню, вызвав тем самым на экран дисплея график коэффициента затухания $\alpha = f(w)$ (рис. 9, б). Ввести (с клавиатуры) в окно "Частота 1" (внизу графика, см. рис. 9, б) значение $w_n = 0,1$ и нажать кнопку "Enter". При этом рядом с окном будет выведено значение коэффициента затухания на границе полосы пропускания

$$\alpha = -0,196 \text{ дБ } (\alpha_{max} = -0,1 \text{ дБ}).$$

3. Ввести в окно "Частота 2" значение $w_z = 0,4$ и нажать кнопку "Enter". Рядом с этим окном выводится значение коэффициента затухания на границе полосы задерживания $\alpha = -32,996$ дБ ($\alpha_{min} = -40$ дБ).

4. Замечаем, что для выполнения требований к АЧХ нужно увеличить порядок фильтра. Вводим $N = 29$ (см. рис. 9, а), щелкаем на кнопках "Запомнить" и "ЛАЧХ". График $\alpha = f(w)$ (рис. 8, б) автоматически обновляется, как и значения коэффициентов затухания НЦФ 29-го порядка, которые близки к заданным исходным значениям этих коэффициентов.

5. Вводим значение $N = 31$ (рис. 9, в) и щелкаем на кнопках "Запомнить" и "ЛАЧХ". Убеждаемся (см. рис. 9, з), что требования к АЧХ выполнены.

6. Щелкаем на кнопках "Весовое окно Хемминга" (рис. 9, д), "Запомнить" и "ЛАЧХ". Из сравнения графиков $\alpha = f(w)$ (см. рис. 9, е и рис. 9, з) следует, что переходная полоса расширилась, "размылись" границы полос пропускания и задерживания (что означает потерю разрешающей способности фильтра) при одновременном уменьшении пульсаций АЧХ (ослаблено явление Гиббса) в полосе пропускания и лучшему их подавлению в полосе задерживания. На рис. 9, ж показан вид графика и коэффициенты "окна" Хемминга (кнопка "ВО").

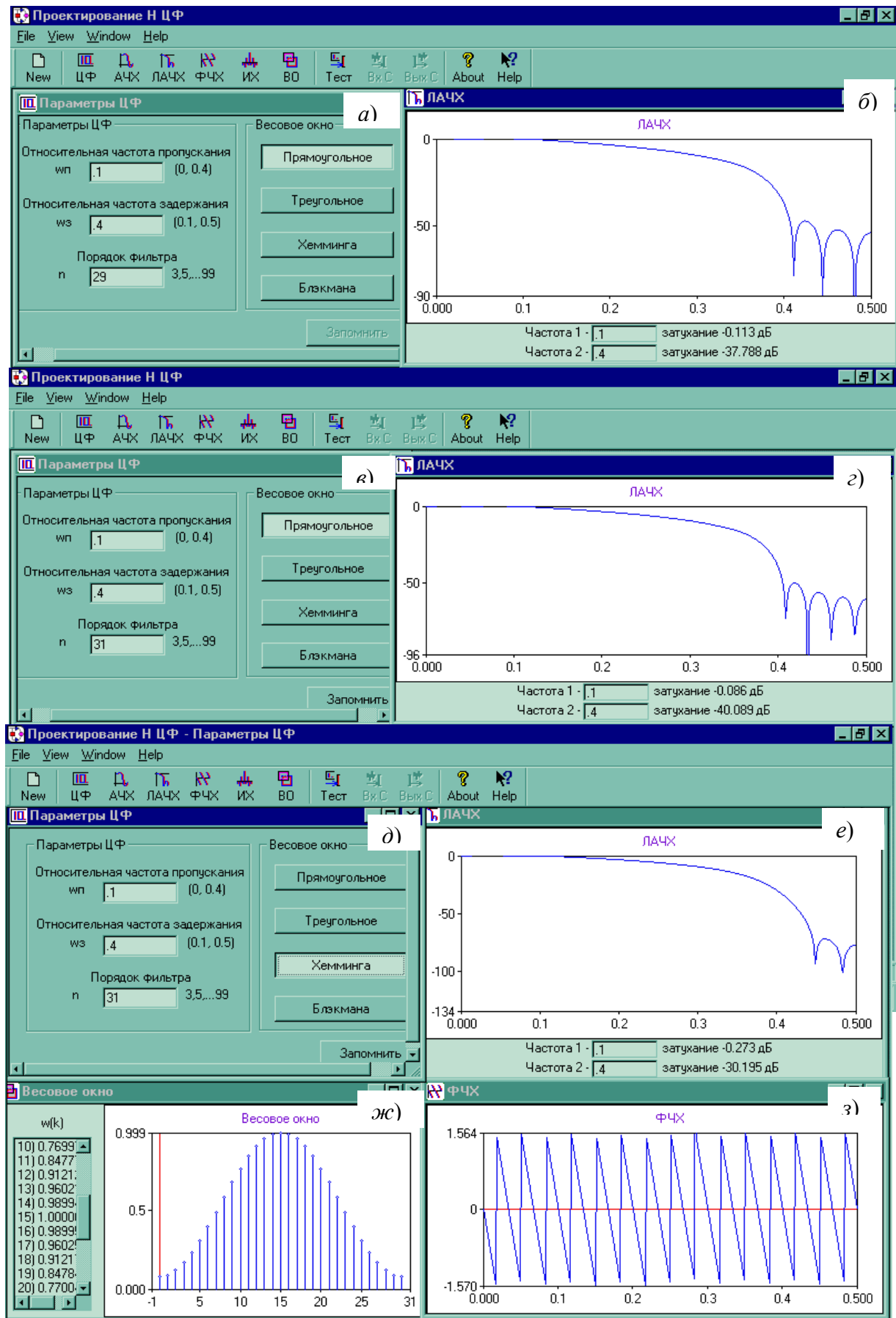


Рис. 9

7. Обратите внимание на линейность ФЧХ (рис. 9, з) (кнопка "ФЧХ") и периодические скачки на π радиан.

8. Величины коэффициентов a_k НЦФ выводятся слева от графика его импульсной характеристики $g(k)$ (рис. 10, б) после щелчка на кнопке "ИХ" главного меню. Проверка НЦФ на устойчивость не проводится, т. к. нерекурсивные фильтры принципиально устойчивы.

9. Провести испытание синтезированного нерекурсивного фильтра. С этой целью на вход фильтра нужно последовательно подать единичный отсчёт, единичную последовательность, дискретизированный синусоидальный или косинусоидальный сигнал (количество отсчётов за период равно $1/w$, где 1 - нормированная частота дискретизации; w - нормированная частота синусоидальной или косинусоидальной функции), полигармонический сигнал, произвольно набранную с клавиатуры цифровую последовательность, и проанализировать выходные последовательности.

После щелчка на кнопке "Тест" в появившемся подменю (рис. 10, в) выбрать тип и параметры соответствующего входного сигнала. В качестве примера, на рис. 10, г представлен вид выходного сигнала (кнопка "ВыхС") при подаче на вход фильтра дискретизированного синусоидального сигнала с относительной частотой $w = 0,05$. Соответствующий входной сигнал выводится на экран дисплея после щелчка на кнопке "ВхС".

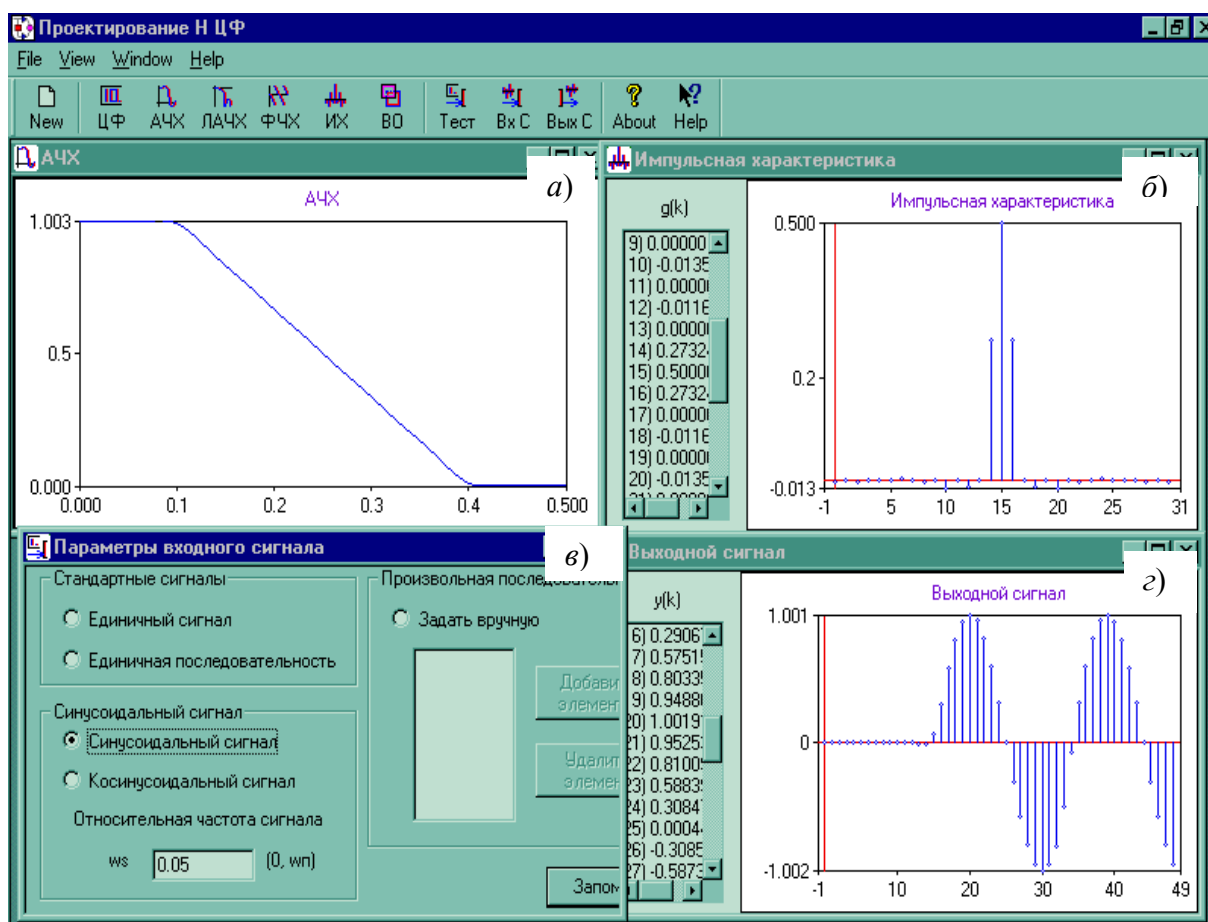


Рис. 10