

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 26–2

2.1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

На персональном компьютере провести анализ *рекурсивных* цифровых фильтров (ЦФ) 1-го и 2-го порядка; исследовать частотные и временные характеристики фильтров, их взаимосвязь со значениями коэффициентов ЦФ; определить области устойчивости рекурсивных фильтров 1 и 2 порядка.

2.2. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Изучите краткую теорию нерекурсивных цифровых фильтров (ЦФ) по описанию лаб. 26 и методические указания к ней, высланные преподавателем.

Номер варианта домашнего задания совпадает с номером студента группы по журналу преподавателя, а параметры фильтра ДЗ определяются таблицей 1 (Л26-2) из методических указаний к Лаб. 26-2.

2. Определите свой вариант и заполните таблицу значений параметров рекурсивного ЦФ 1-го порядка для своего варианта ДЗ.
3. Запишите в общем виде разностное уравнение физически реализуемого рекурсивного ЦФ 1-го порядка с нулевыми начальными условиями.
4. Изобразите прямую структурную схему ЦФ-1 по уравнению фильтра из п.3.
5. Запишите системную функцию рекурсивного ЦФ-1, по уравнению фильтра из п.3.
6. Рассчитайте и постройте импульсную и переходную характеристики (ИХ и ПХ) фильтра для своего варианта ЦФ-1
7. Рассчитайте и постройте амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики (АЧХ и ФЧХ) фильтра для своего варианта ЦФ-1.

Все результаты, полученные в ходе выполнения домашнего задания, включить в отчет по лабораторной работе 26-2 по правилам оформления, указанным в методических указаниях.

2.3. ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ

Изучив на стр. 3-5 описания лабораторной работы Лаб.26 инструкцию по работе с компьютерной программой Lr26WXP, запустите ее, а затем следуйте приведенным ниже указаниям.

ВАЖНО: Установите $b_0 = 1$, $b_1 = b_2 = 0$ – значения этих параметров ЦФ в дальнейшем не меняются в течении всего эксперимента.

2.3.1. Исследование характеристик рекурсивного ЦФ 1-го порядка

При выполнении данного исследования дополнительно установите $a_2 = 0$.

а) Анализ ИХ рекурсивного ЦФ-1 в области неустойчивости

Используя интерфейс программы, выведите на экран и сфотографируйте (зарисуйте) графики импульсных характеристик ЦФ-1 (4 графика) при следующих значениях параметра a_1 , задающих четыре фильтра

$$\begin{aligned} \text{Фильтр 1: } (b_0 = 1, a_1 = 1), & \quad \text{Фильтр 2: } (b_0 = 1, a_1 = -1), \\ \text{Фильтр 3: } (b_0 = 1, a_1 = 1 + \Delta_1), & \quad \text{Фильтр 4: } (b_0 = 1, a_1 = -1 - \Delta_1), \end{aligned}$$

где $\Delta_1 > 0$ зависит от номера варианта и определяется таблицей 2 (Л26-2) из методических указаний к Лаб. 26-2.

Замечание: требуемое отклонение $\Delta_1 > 0$ от значения $a_1 = \pm 1$ вправо и влево выставляется последовательными нажатиями клавиш с горизонтальными стрелками. Одно нажатие соответствует сдвигу на 1 пиксель равный по величине $\delta \approx 0.01667$, а заданное в таблице 2 (Л26-2) значение $\Delta_1 = k_1 \delta$, $k_1 \in \{1, 2, \dots, 11\}$ всегда кратно δ .

Запишите в отчет выставляемые значения a_1 и отображаемые на экране значения полюсов системной функции $H(z)$. Убедитесь, что эти полюса находятся за пределами единичного круга устойчивости на комплексной плоскости.

б) Анализ ИХ, ПХ, АЧХ рекурсивного ЦФ-1 в области устойчивости

Используя интерфейс программы, выведите на экран и сфотографируйте (зарисуйте) графики ИХ, ПХ, АЧХ характеристик ЦФ-1 (6 графиков), при двух значениях параметра a_1 , задающих фильтры:

$$\text{Фильтр 5: } (b_0 = 1, a_1 = 1 - \Delta_1), \quad \text{Фильтр 6: } (b_0 = 1, a_1 = -1 + \Delta_1).$$

Запишите в отчет выставляемые значения a_1 и отображаемые на экране значения полюсов системной функции $H(z)$. Убедитесь, что эти полюса находятся внутри единичного круга устойчивости на комплексной плоскости.

Обратить внимание на зависимость ИХ, ПХ, АЧХ, фильтра от знака коэффициента a_1 . Определить, к какому типу (ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ и т.д.) принадлежат исследованные ЦФ. Сделать соответствующие выводы.

2.3.2. Исследование характеристик рекурсивного ЦФ 2-го порядка

При выполнении данного исследования $a_2 \neq 0$, а значения a_1 и a_2 конкретизируются ниже.

а) Анализ взаимосвязи коэффициентов фильтра с положением его полюсов внутри треугольника устойчивости

Выставить положение указателя в «+» в указанные на рис. 2 точки (a_1, a_2) внутри треугольника устойчивости комплексной плоскости (6 точек).

- 1) Убедиться, что соответствующие полюсы будут находиться внутри единичного круга.

- 2) Убедиться, что точки (a_1, a_2) лежащие ниже параболы приводят к комплексно-сопряженным полюсам фильтра, а точки лежащие на параболе и вне ее порождают вещественные полюсы.
- 3) Убедиться, что в области лежащей ниже параболы модуль комплексного полюса не зависит от значения коэффициента a_1 ; а если значение a_1 фиксировано, то при изменении коэффициента a_2 модуль полюса существенно изменяется.

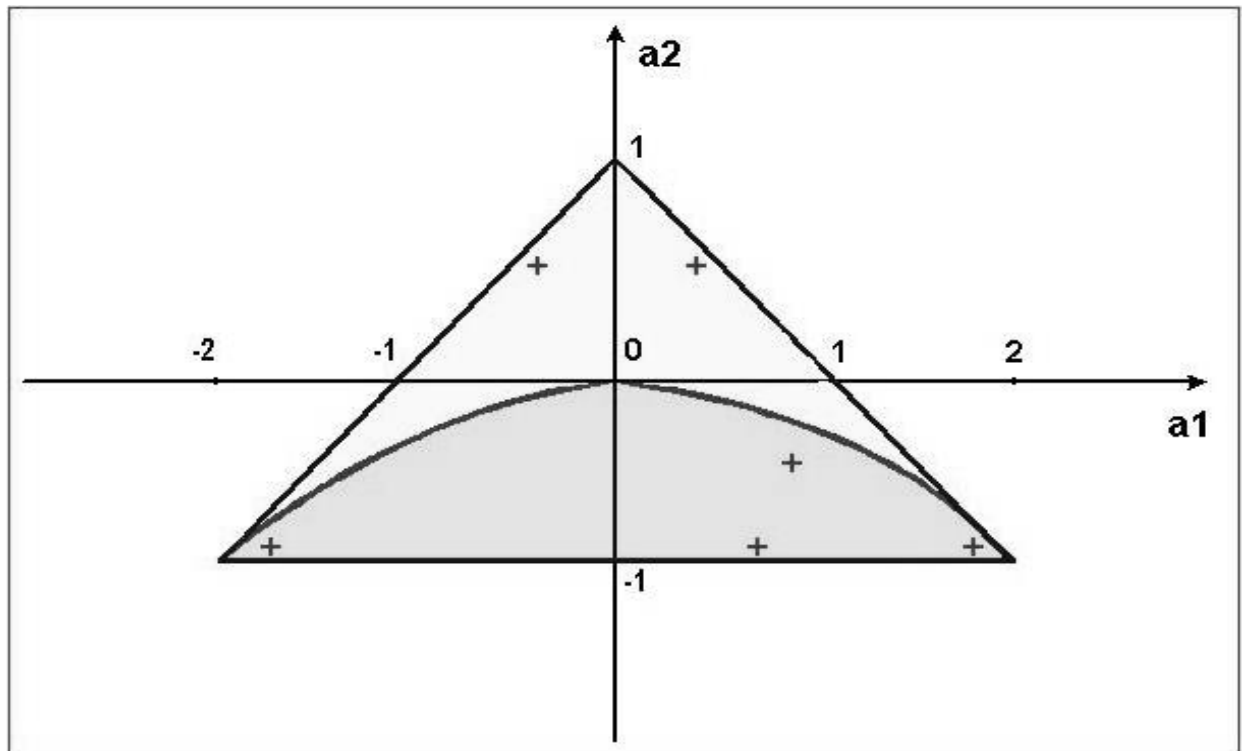


Рис. 2. Рекомендуемые сочетания коэффициентов (a_1, a_2) рекурсивного ЦФ 2 порядка.

**б) Анализ ИХ, ПХ, АЧХ рекурсивного ЦФ-2
внутри треугольника устойчивости**

Используя интерфейс программы, выведите на экран и сфотографируйте (зарисуйте) графики ИХ, ПХ, АЧХ характеристик ЦФ (12 графиков) для 4-х наборов значений коэффициентов (a_1, a_2) (четырёх фильтров), зависящих от номера варианта и определяемых таблицей 3 (Л26-2) из методических указаний к Лаб. 26-2 (Фильтры 7 ÷ 10).

Указание: 1) Во всех вариантах значения коэффициентов a_1, a_2 имеют вид $a_{1,2} = \alpha - \delta k$, где $\alpha \in \mathbb{R}$, $k \in \{0, 1, 2, \dots\}$ и устанавливаются с помощью клавиш с горизонтальными и вертикальными стрелками. Выставленные значения a_1, a_2 с точностью до 5 знаков после запятой высвечиваются в окне программы и их следует записать – они потребуются при оформлении отчета.

2) Запишите также отображаемые на экране значения полюсов системной функции $H(z)$. Убедитесь, что эти полюса находятся внутри единичного круга устойчивости на комплексной плоскости.

Обратить внимание на зависимость ИХ, ПХ, АЧХ фильтра от значений коэффициентов a_1, a_2 . Определить к какому типу (ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ) принадлежат исследованные ЦФ. Сделать соответствующие выводы.

Все результаты, полученные в ходе выполнения эксперимента, включить в отчет по лабораторной работе 26-2 по правилам оформления, указанным в методических указаниях (по экспериментальной части для 10-ти фильтров в отчет должны войти 22 графика).

2.4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО РАБОТЕ

Отчет должен содержать:

- титульный лист с указанием темы лабораторной работы, сведениями об исполнителе, номере варианта и др. ;
- цель работы;
- исходные данные и результаты выполнения домашнего задания 2.2;
- структурные схемы исследуемых рекурсивных фильтров;
- наборы численных значений коэффициентов ЦФ, при которых проводился анализ характеристик, наличие и значения полюсов системной функции;
- результаты экспериментального исследования, графики характеристик, снятых в соответствии с лабораторным заданием 2.3;
- детальные выводы по проделанной работе.

Более подробно перечисленные пункты поясняются в методических указаниях к работе, высылаемых преподавателем.