

Анализ влияния фазового сдвига частот гармоник на гармонический спектр синусоидального сигнала.

## Анализ гармонического спектра.

$F = 1$  кГц (сдвиг фаз гармоник  $+35^\circ \setminus +4^\circ$ ), THD до 9-й гармоники вкл.

$F = 20$  кГц (сдвиг фаз гармоник  $+2^\circ \setminus -2^\circ$ ), THD до 9-й гармоники вкл.

Уровень собственных гармоник генератора около 0.00001% (-140 дБ).

Уровни спектра гармоник измерялись при периоде дискретизации (TSTOP) 1 мСек, 100 мСек и 1 Сек, т.е. включают (не включают) в себя искажение спектра при переходном процессе в цепях полосового фильтра. Групповое время запаздывания (ГВЗ) является производной фазового сдвига напряжения сигнала.

С итоговым результатом анализа можно ознакомиться на графиках - "спектр сравнения".

Из результатов анализа можно сделать вывод о наличии уровней искажения спектра свыше 20 дБ при достаточно большом фазовом сдвиге частот гармоник ( $+35^\circ \setminus +4^\circ$ ) в цепях фильтра и о целесообразности разработки УМЗЧ с фазовым сдвигом в пределах ( $+5^\circ \setminus -5^\circ$ ) для полосы частот не менее  $F = 200 \sim 400$  кГц (10~20-я гармоника,  $F = 20$  кГц), а также о минимизации влияния на спектр сигнала переходных процессов (не менее 40 дБ) в тракте усиления.

Увеличение эффективной полосы пропускания (F-3дБ) УМЗЧ с ООС и минимальное ГВЗ приведёт к ожидаемому снижению уровня фазовых искажений в спектре усиливаемого сигнала, более оптимальному режиму работы петли ООС УМЗЧ.

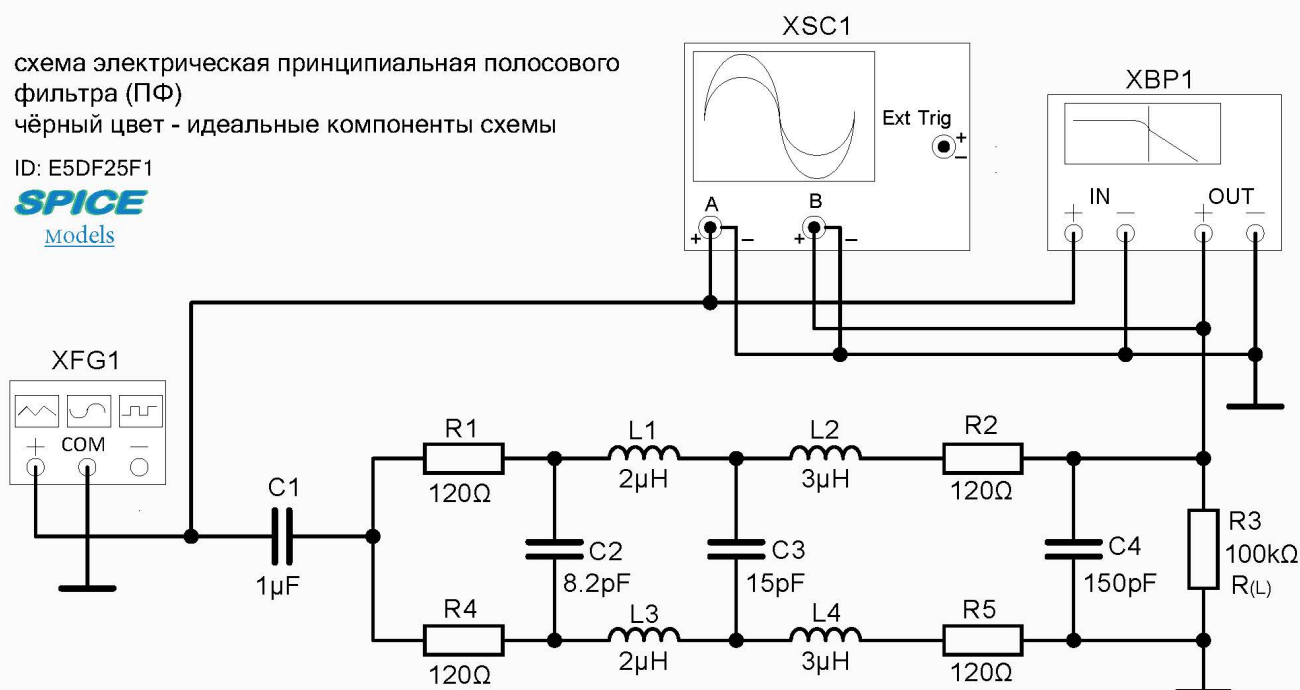
При подготовке заявки были использованы документальные материалы А. Петрова, г. Могилёв, Беларусь.

Tracking Trend

схема электрическая принципиальная полосового фильтра (ПФ)  
чёрный цвет - идеальные компоненты схемы

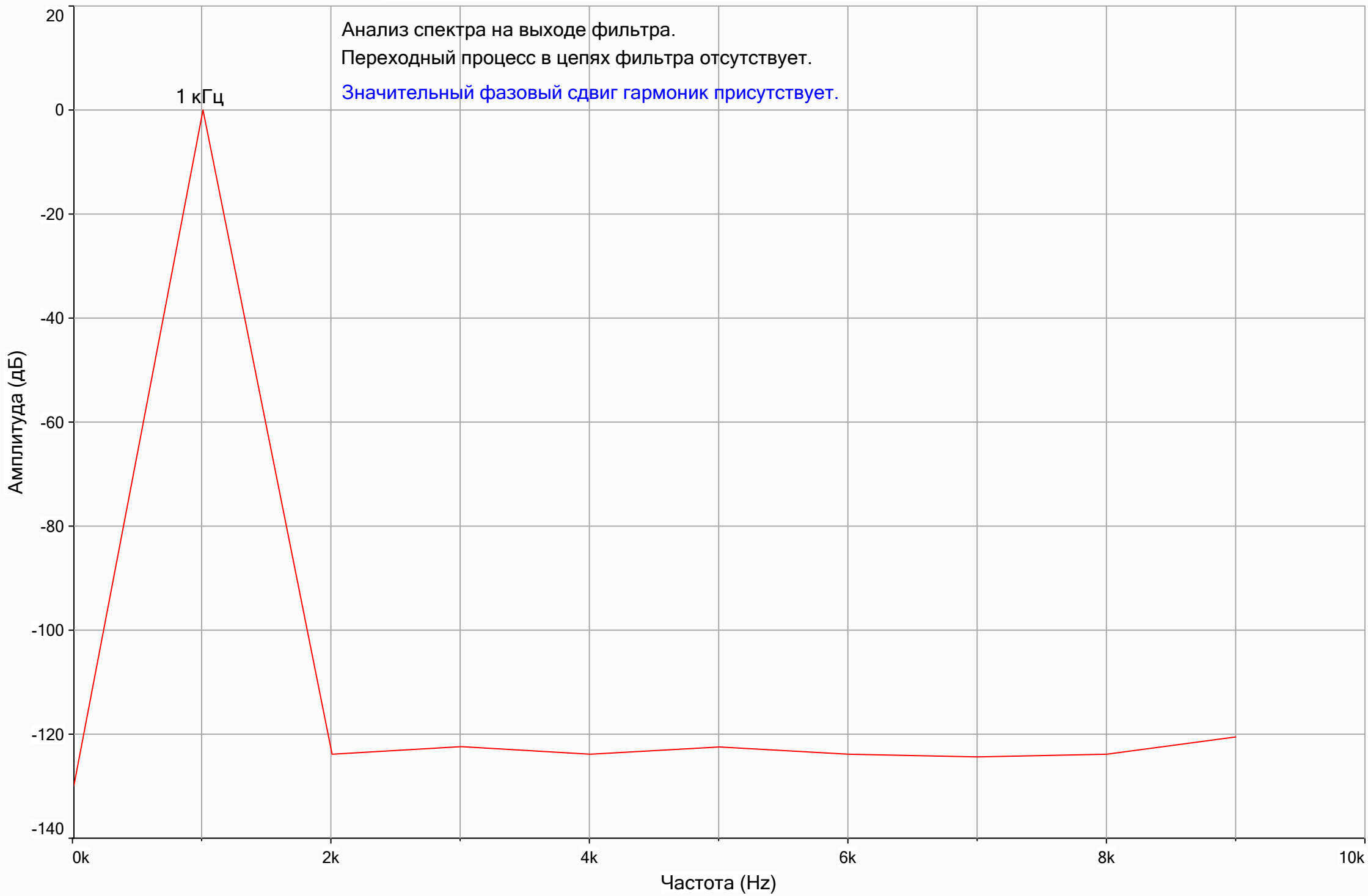
ID: E5DF25F1

SPICE  
Models



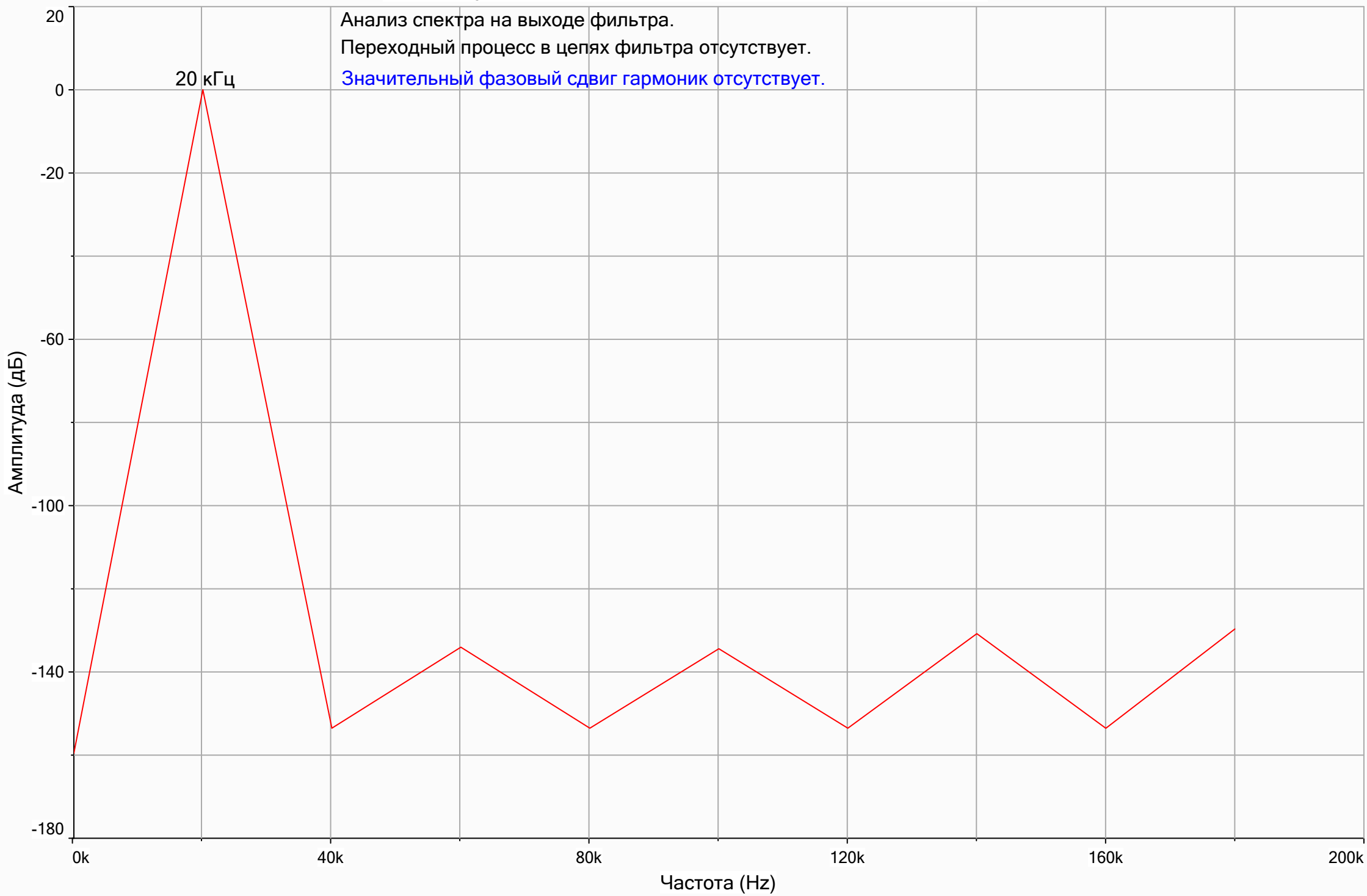
# Фильтр F(-3дБ) 650 Гц - 6 МГц E5DF25F1

Анализ Фурье [Спектр сравнения](#) TSTOP: 1 Сек



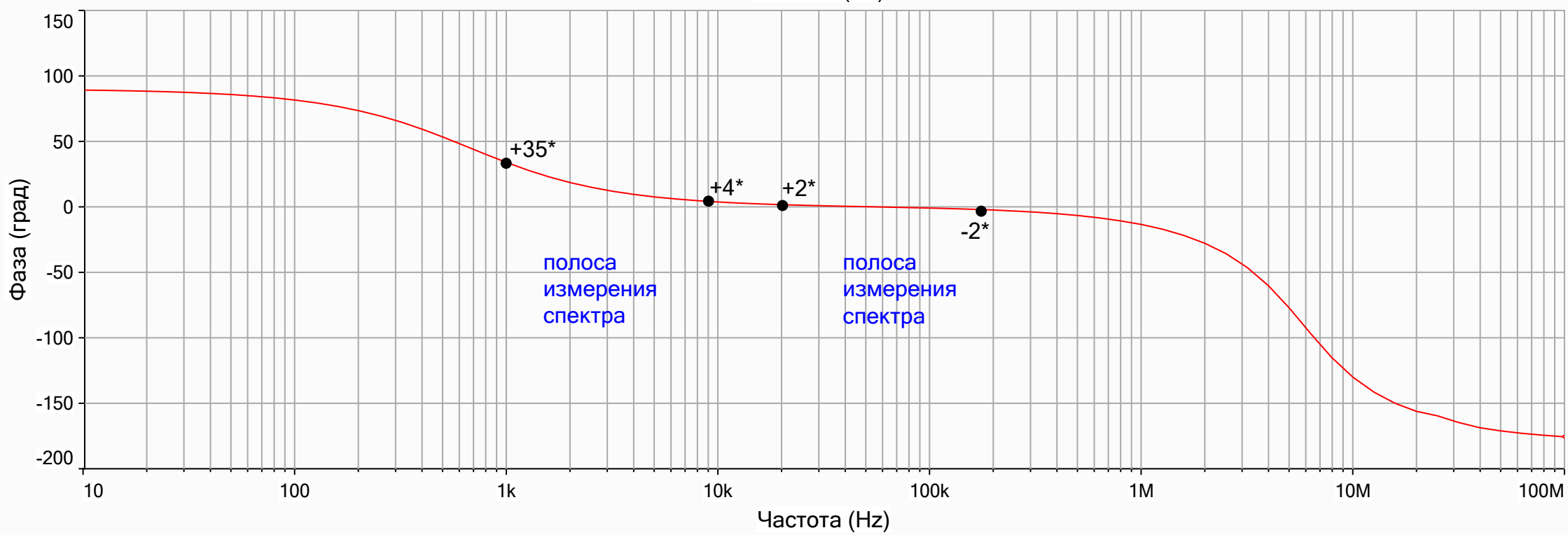
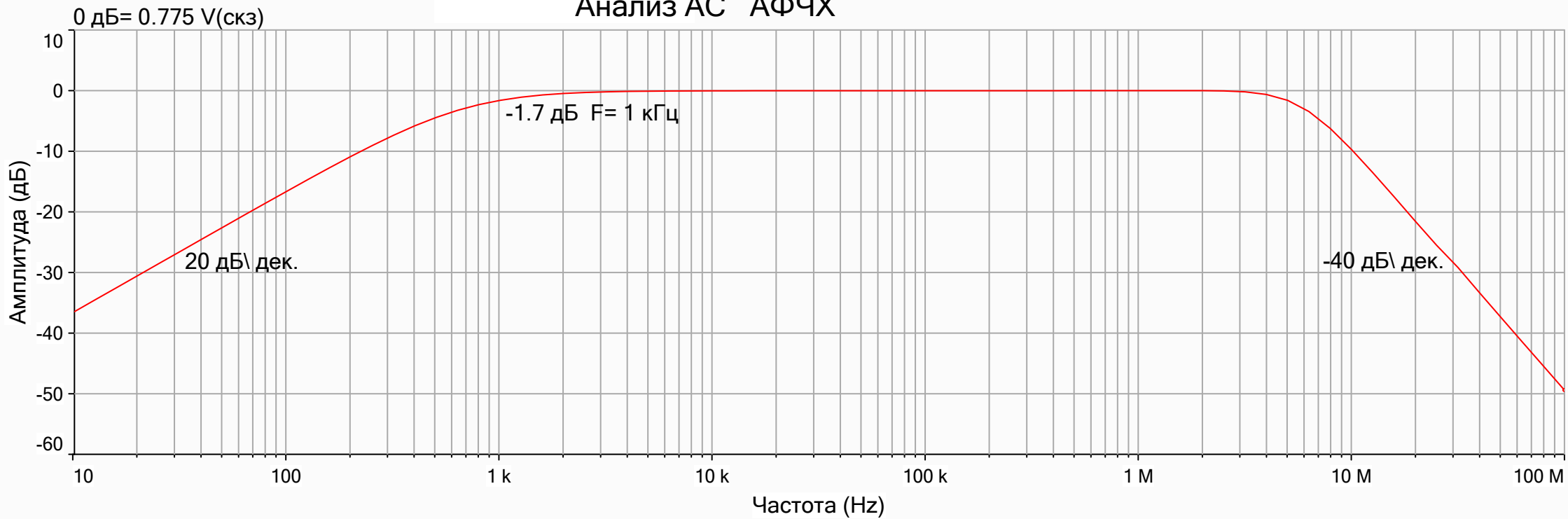
# Фильтр F(-3дБ) 650 Гц - 6 МГц E5DF25F1

Анализ Фурье Спектр сравнения TSTOP: 1 Сек



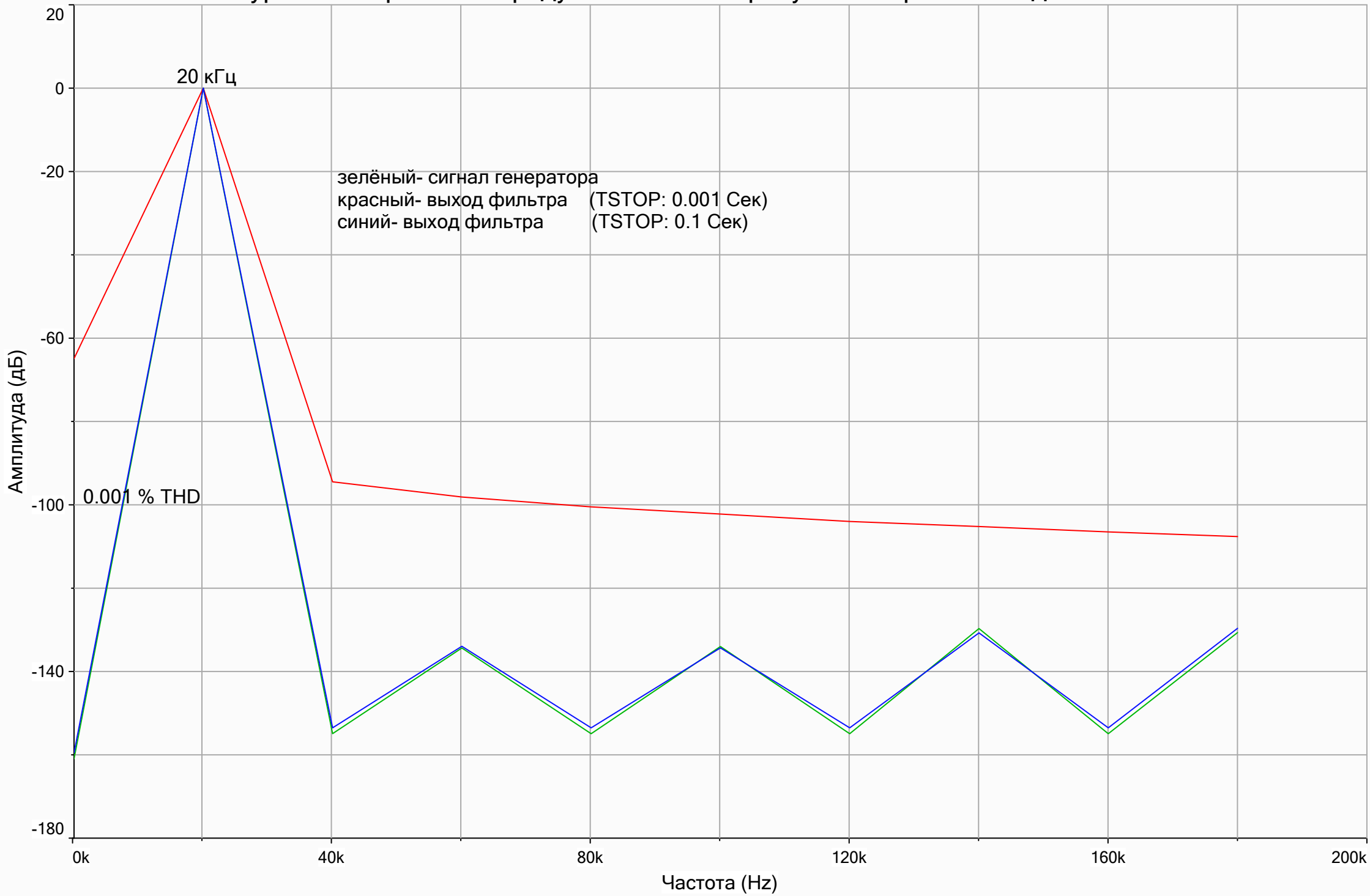
# Фильтр F(-3дБ) 650 Гц - 6 МГц E5DF25F1

## Анализ АС АФЧХ



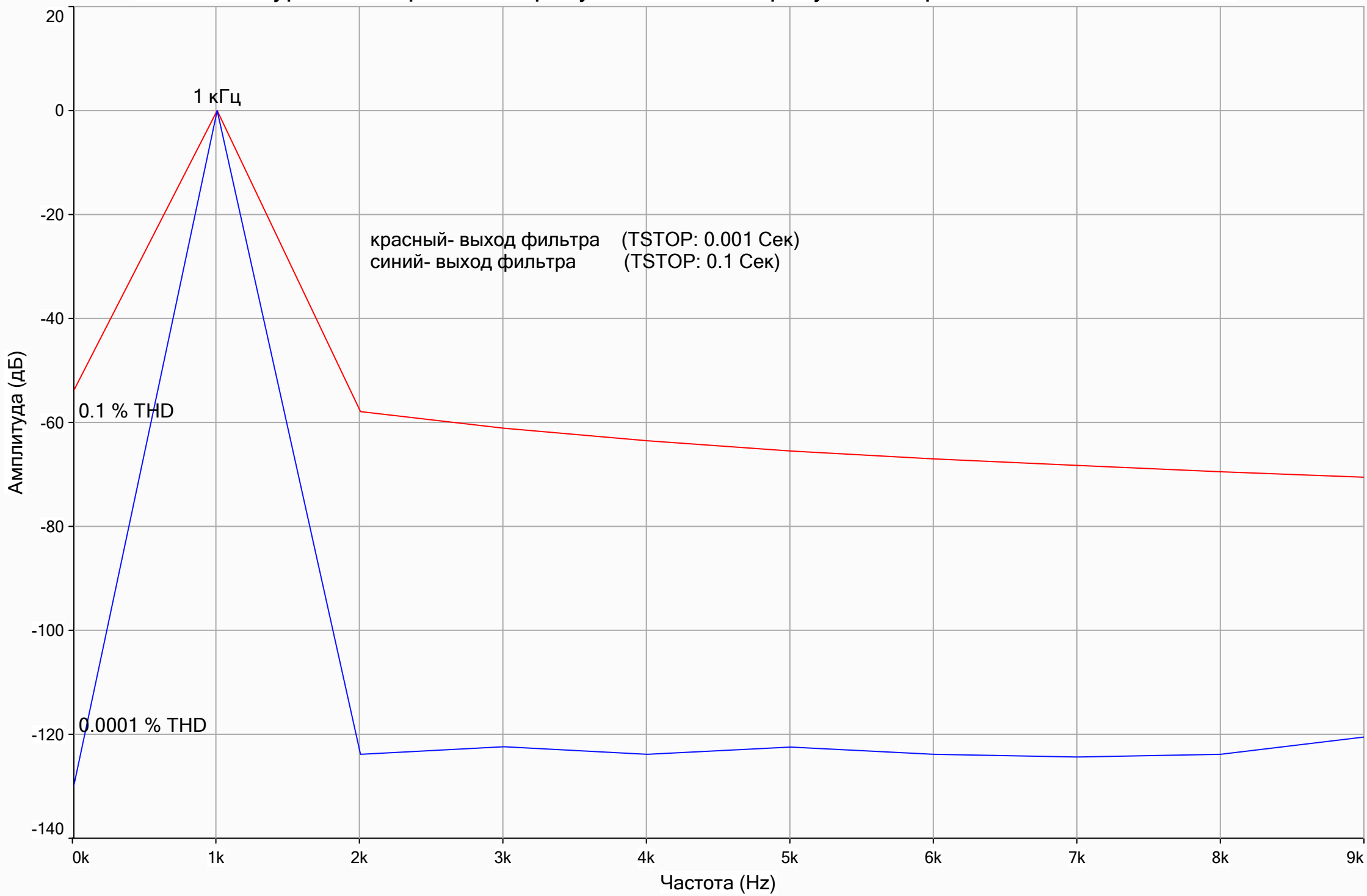
# Фильтр F(-3дБ) 650 Гц - 6 МГц E5DF25F1

Анализ Фурье Спектральные продукты в полосе пропускания фазового сдвига  $+2^{\circ} \sim -2^{\circ}$



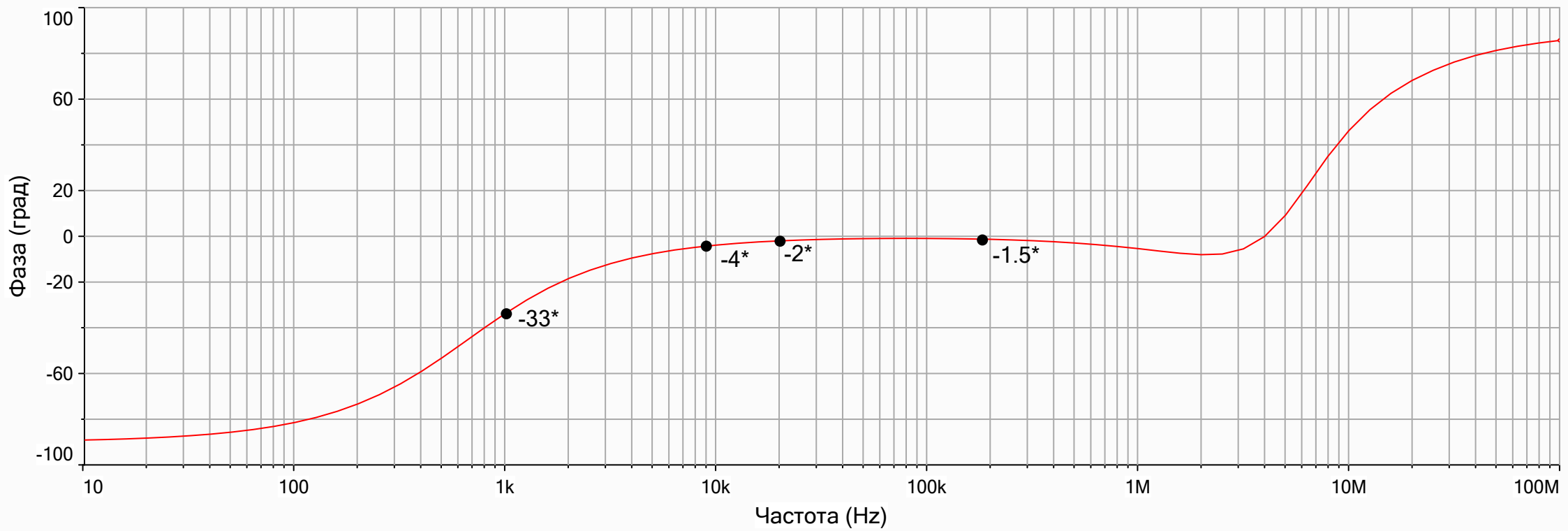
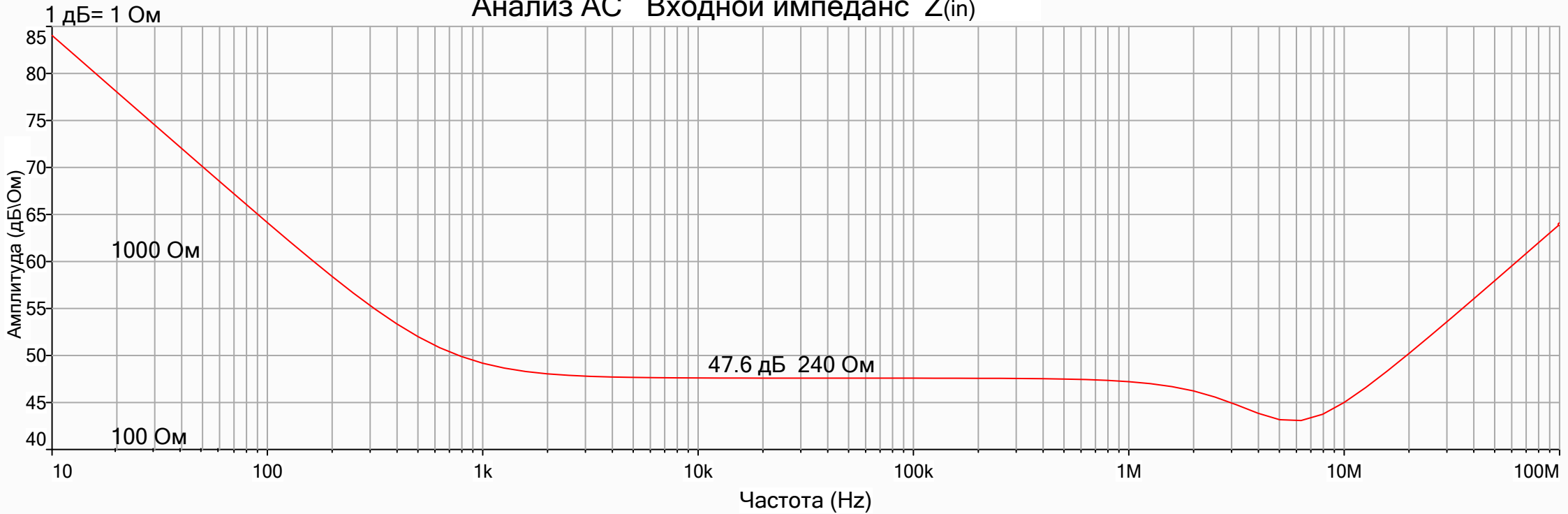
# Фильтр F(-3дБ) 650 Гц - 6 МГц E5DF25F1

Анализ Фурье Спектральные продукты в полосе пропускания фазового сдвига +35\*\+4\*



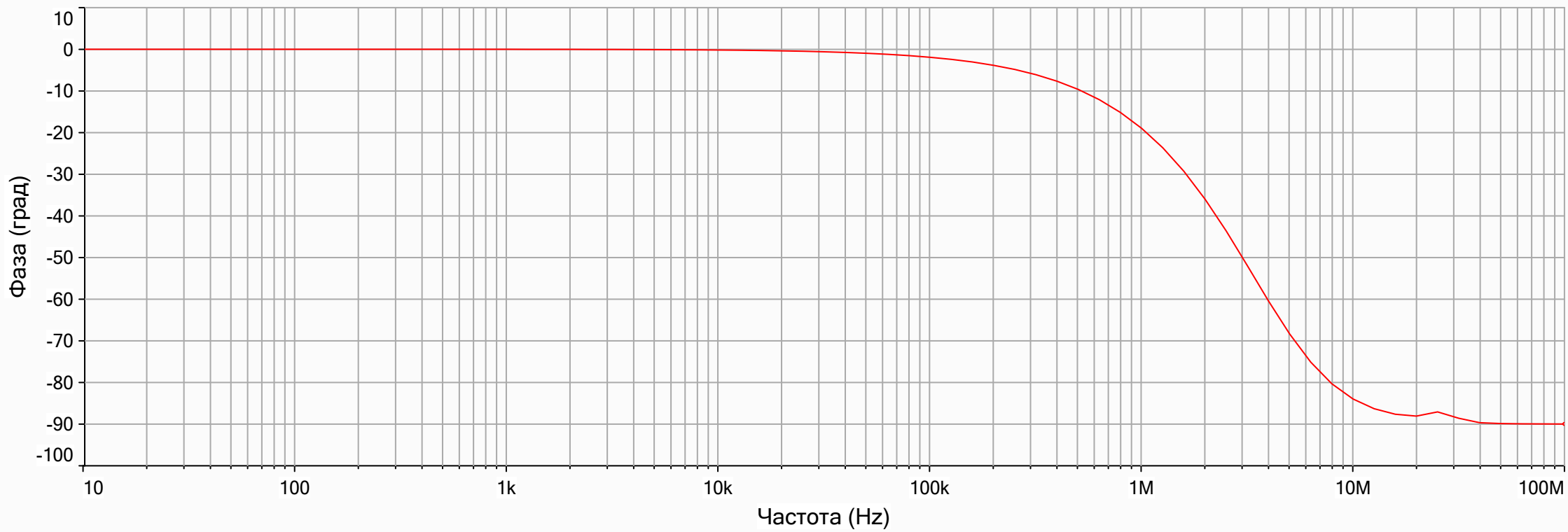
# Фильтр F(-3дБ) 650 Гц - 6 МГц E5DF25F1

## Анализ АС Входной импеданс $Z_{(in)}$



# Фильтр F(-3дБ) 650 Гц - 6 МГц E5DF25F1

## Анализ АС Выходной импеданс $Z_{(out)}$



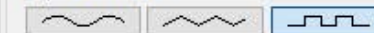


Осциллограф-XSC1

ПХ фильтр лестничный F(-3дБ) 650 Гц - 6 МГц

Функциональный генератор-X...

Форма сигнала



Параметры сигнала

Частота	20	kHz
Длительность	50	%
Амплитуда	1	Vp
Смещение	0	V

Установка времени фронта/спада

Время фронта/спада: (5.00000e-014 -- 2.50000e-005)

50

nsec

По умолчанию

OK

Отмена

T1	← →	Время	Канал_A	Канал_B
T2	← →	0.000 s	-13.852 nV	-804.337 mV
T2-T1		0.000 s	-13.852 nV	-804.337 mV
		0.000 s	0.000 V	0.000 V

Экран

Сохранить

Внешняя ☐

Развертка

Шкала: 50 ns/Div

задержка X

0

Канал A

Шкала 500 mV/Div

смещение Y

-0

Канал B

Шкала 500 mV/Div

смещение Y

-0

Синхронизация

Запуск

F

L

A

B

Внеш

Уровень

0

V

Y/T

Add

B/A

A/B

AC

0

DC

AC

0

DC

-

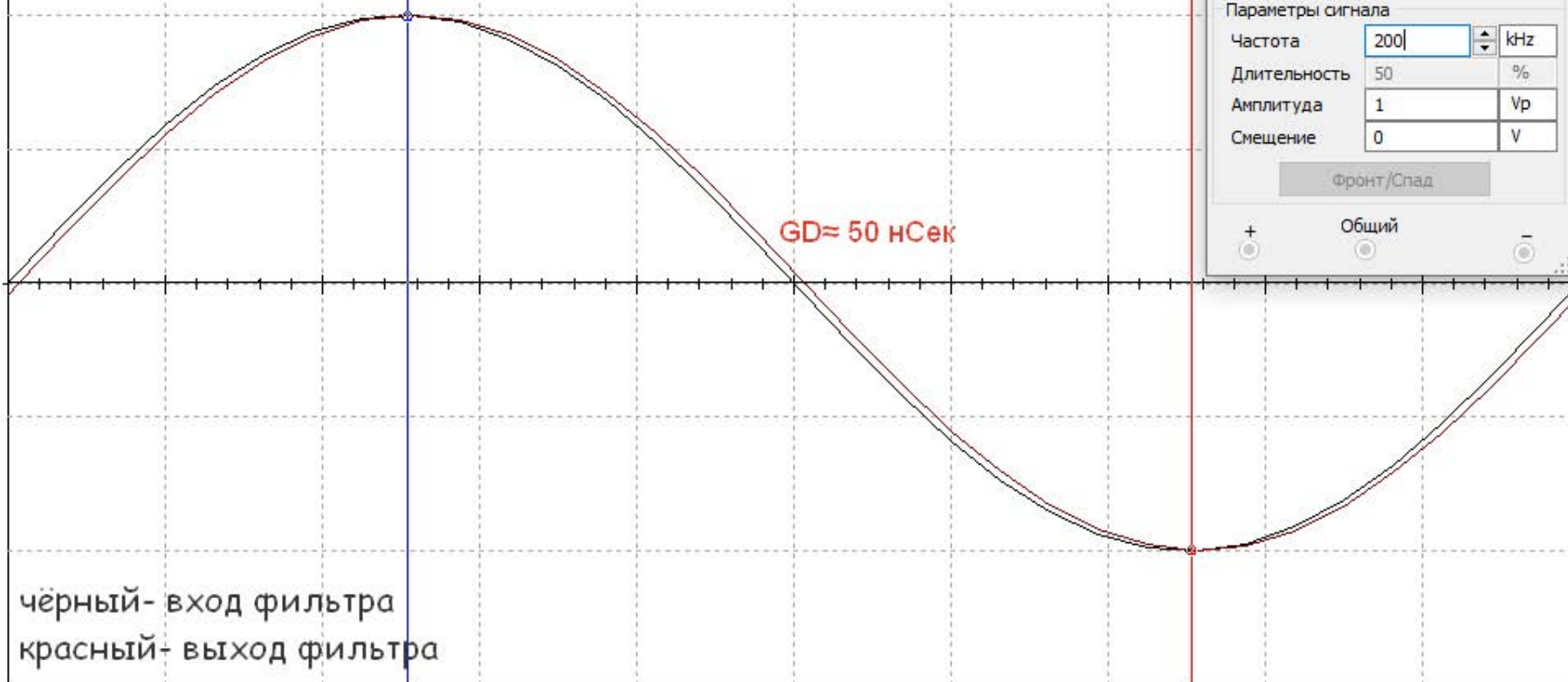
Одн.

Норм

Авто

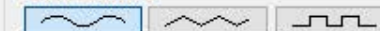
Нет

Фильтр лестничный F(-3дБ) 650 Гц - 6 МГц  
Групповое время запаздывания (ГВЗ)



Функциональный генератор-X...

Форма сигнала



Параметры сигнала

Частота 200 kHz

Длительность 50 %

Амплитуда 1 Vp

Смещение 0 V

Фронт/Спад

+

Общий

-

T1	← →	Время	Канал_A	Канал_B
T2	← →	3.766 us	-998.038 mV	-995.550 mV
T2-T1		1.271 us	998.420 mV	996.215 mV
		-2.495 us	1.996 V	1.992 V

Экран

Сохранить

Внешняя ☐

Развертка

Шкала: 500 ns/Div

задержка X 0

Y/T

Add

B/A

A/B

Канал A

Шкала 500 mV/Div

смещение Y -0

AC

0

DC

Канал B

Шкала 500 mV/Div

смещение Y -0

AC

0

DC

-

Синхронизация

Запуск F

Z

A

B

Внеш

Уровень 0

V

Одн.

Норм

Авто

Нет