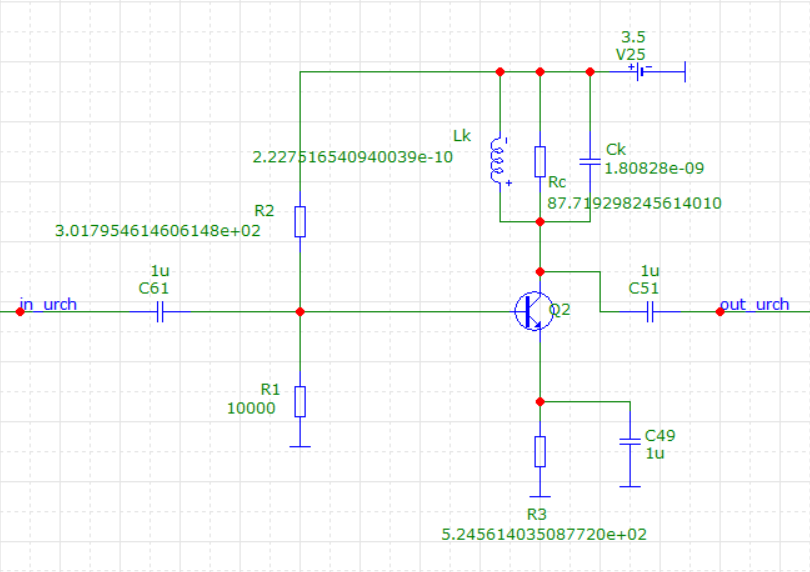
# Входная цепь

Добротность контура выберем, исходя из полосы сигнала, равной . В этом случае полоса пропускания должна быть не меньше полосы сигнала (округляя – не меньше 1 МГц), тогда добротность должна быть не больше .

Для входной цепи будет достаточно выбрать , тогда полоса пропускания будет равна , и сигнал с полосой будет пропущен на выход.

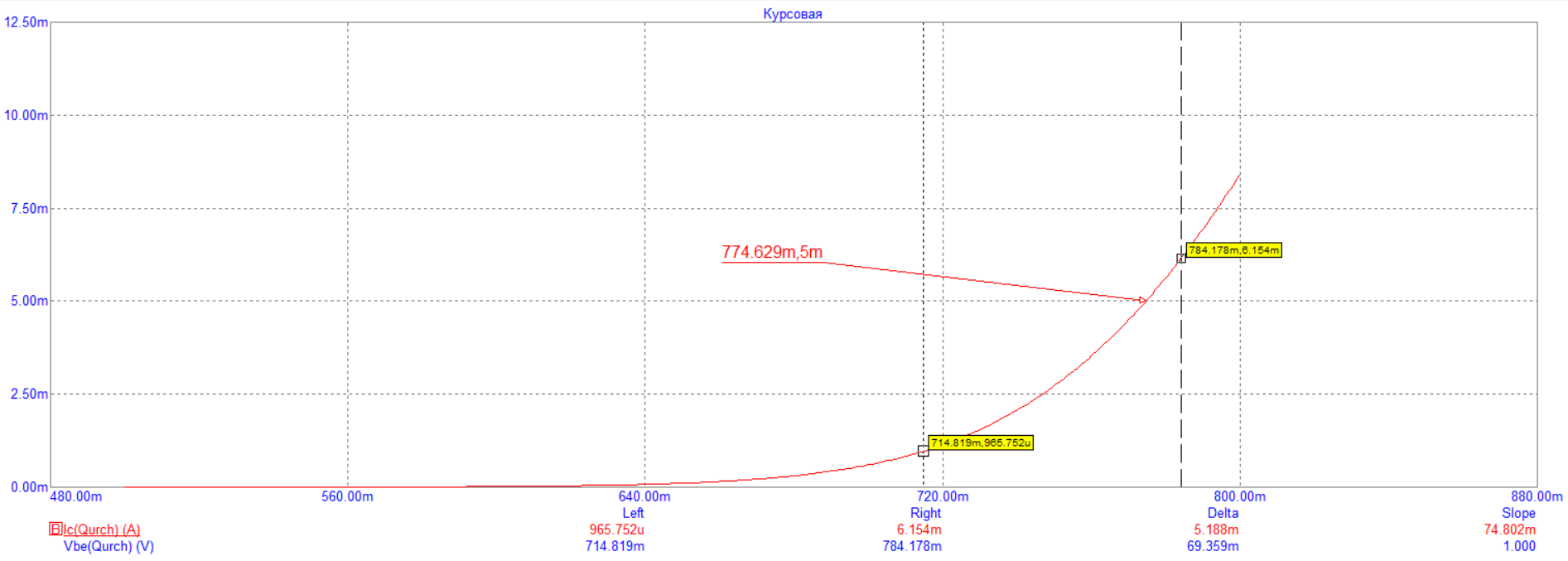
# Усилитель радиочастоты

Расчет УРЧ:

  
Рисунок 8 – Принципиальная схема УРЧ

Зададим коэффициент усиления по напряжению .

Выберем рабочую точку на линейном участке ВАХ: , , крутизна

  
Рисунок 9 – ВАХ

, ,

Добротность избирательной нагрузки выберем, исходя из полосы сигнала, равной . Выберем полосу пропускания чуть больше полосы сигнала, а именно 1 МГц. Тогда добротность , а следовательно, элементы резонансного контура: и

Для минимизации нелинейных искажений рассеиваемая постоянная мощность транзистора должна быть примерно в 10 раз больше переменной составляющей выходной мощности:

Максимальный выходной ток , максимальное выходное напряжение , отсюда

Эмиттерное сопротивление

Напряжение на базе

Зададим для делителя напряжения , отсюда

Проведем анализ по постоянному току:

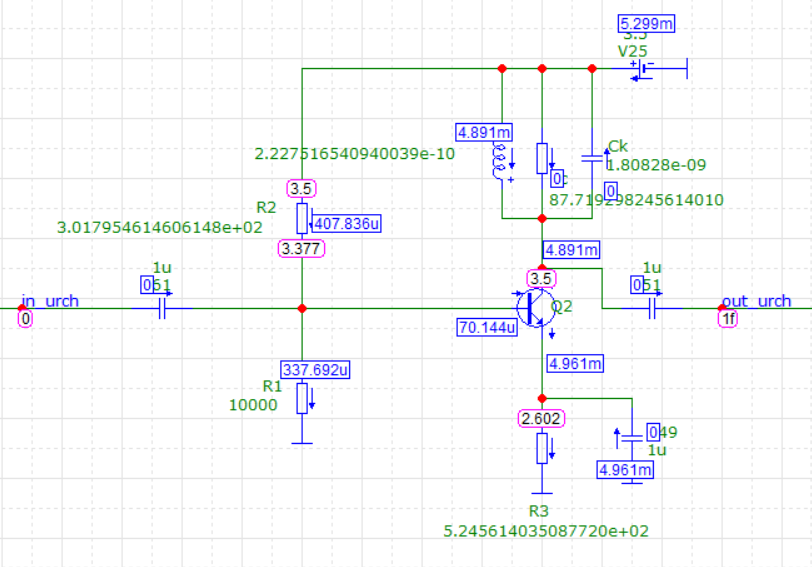
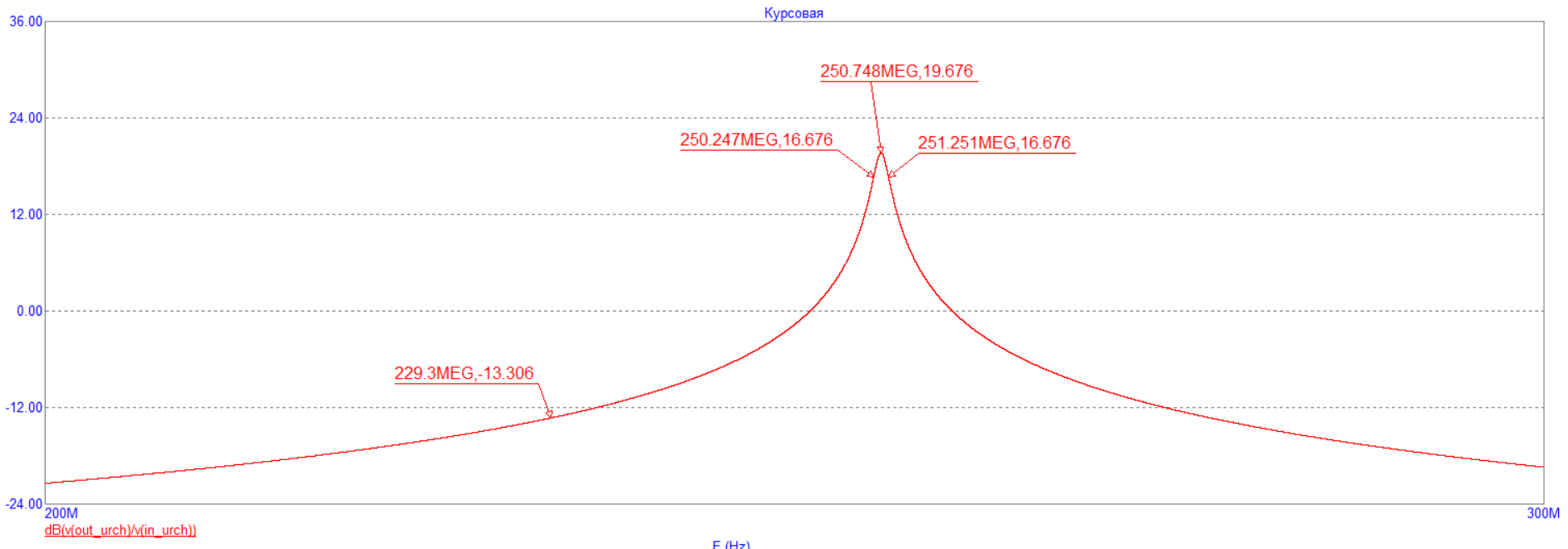
  
Рисунок 10 – Анализ УРЧ по постоянному току

Таблица 3 – Сравнение расчетов и моделирования

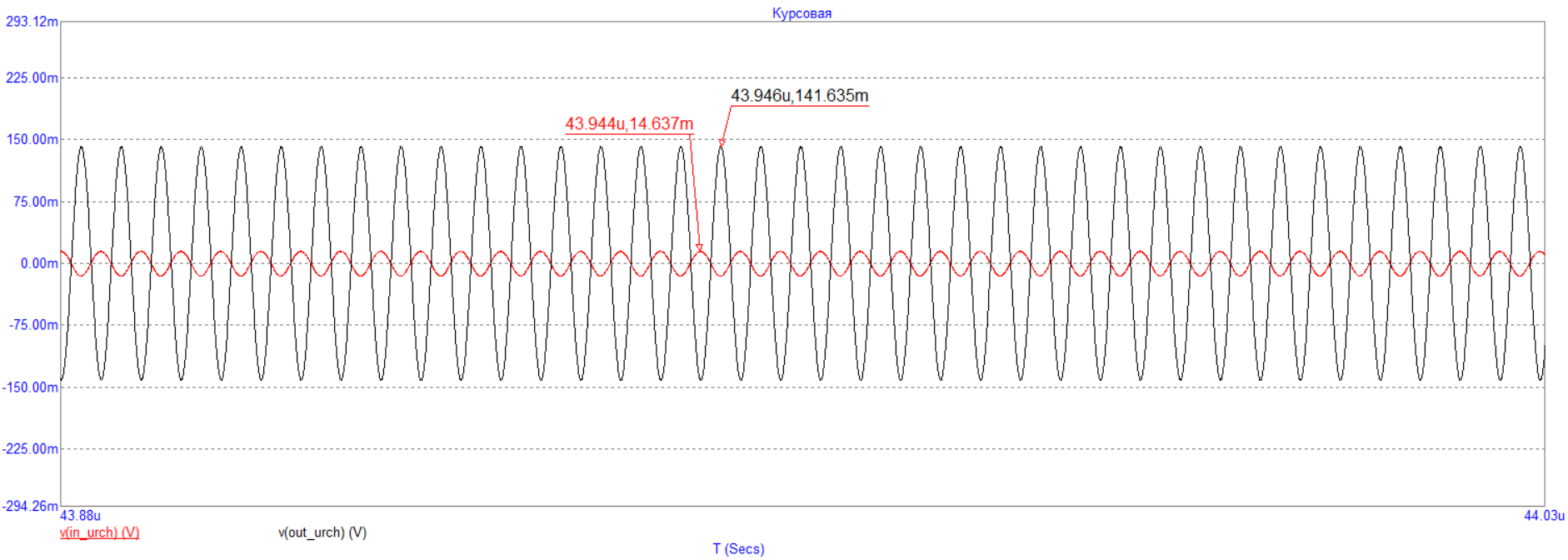
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Величина | Расчет | Моделирование | Разница |
|  | 5 мА | 4.891 мА | 2% |
|  | 3.397 В | 3.377 В | 1% |
|  | 0.775 В | 0.775 В | 0% |

Проведем анализ в частотной области.

   
Рисунок 11 – АЧХ УРЧ

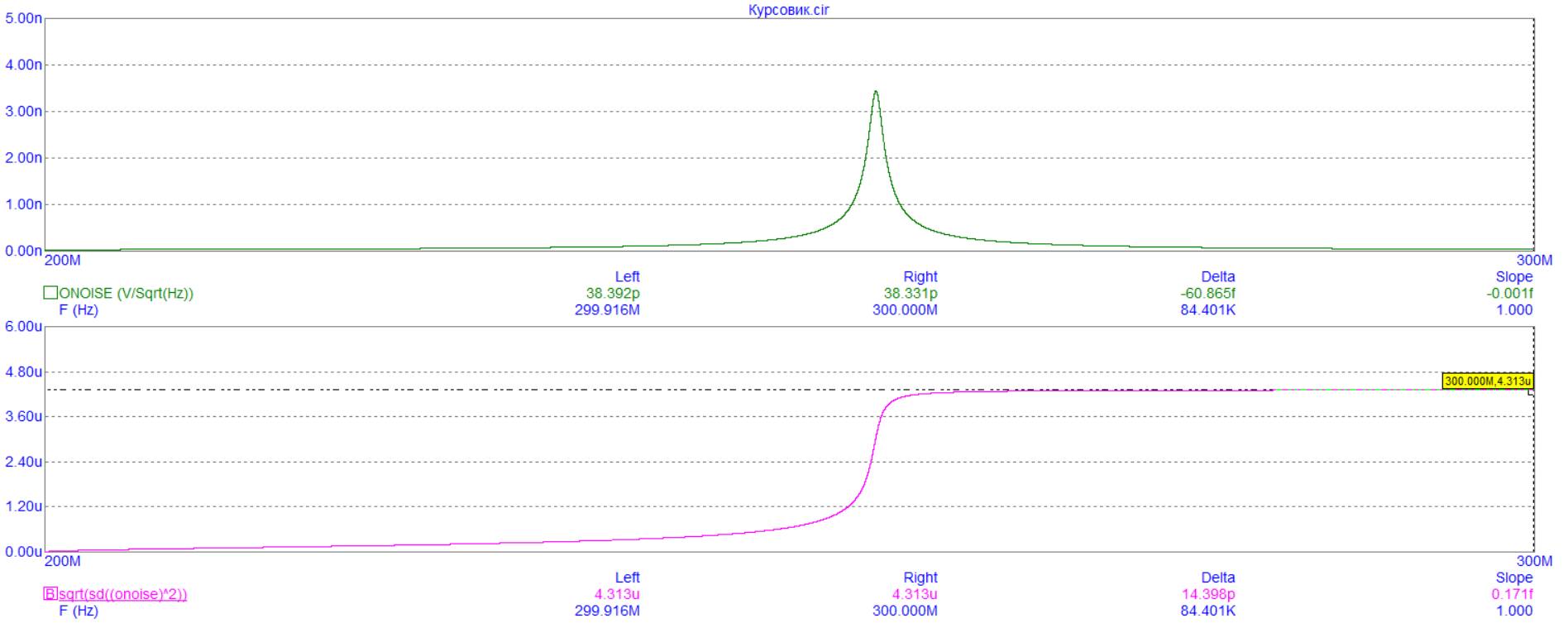
Как видно из рисунка 11, УРЧ обеспечивает заданный коэффициент усиления несущей с достаточно высокой точностью (19.7 дБ при заданных 20 дБ), а подавление помехи по зеркальному каналу составляет 13.3 дБ.

Проведем анализ во временной области:

  
Рисунок 12 – Входной и выходной сигналы УРЧ

Видим усиление в 9.7 раз

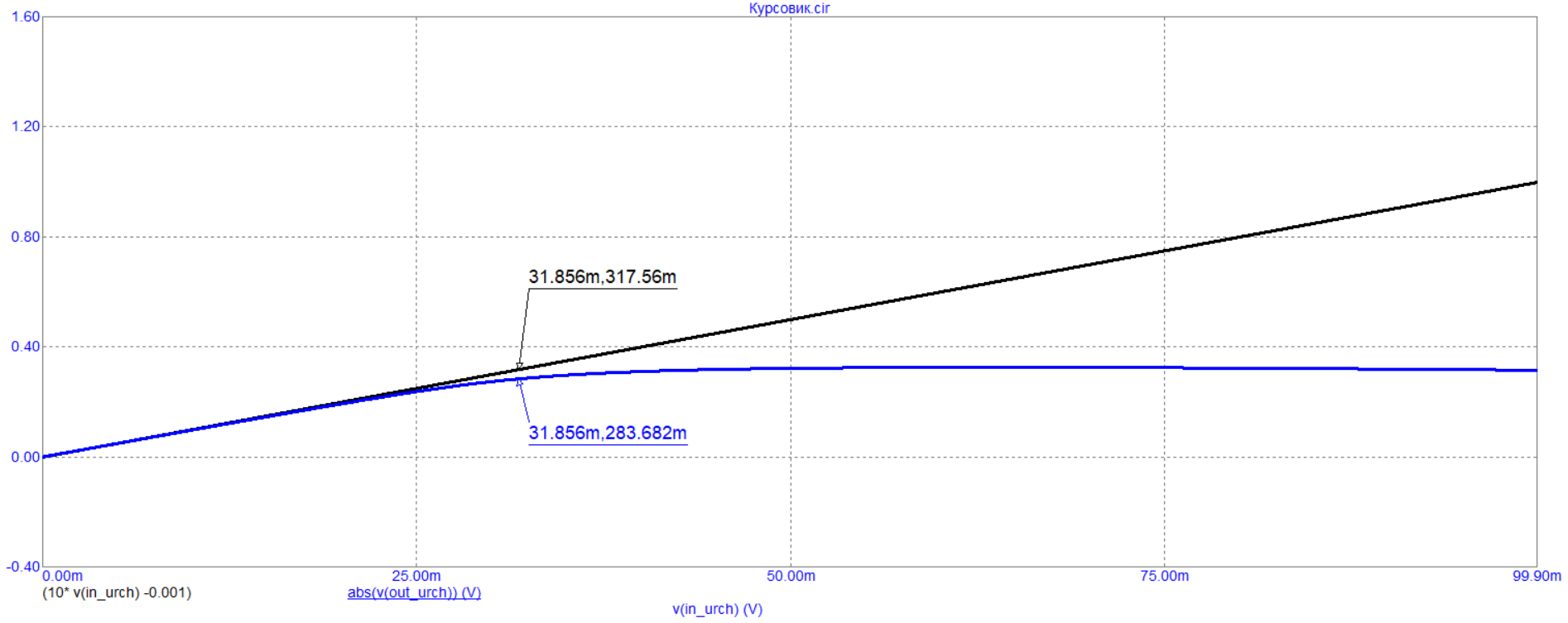
Определим уровень шумов преселектора:

  
Рисунок 13 – Спектральная плотность мощности шума и среднеквадратичное шумовое напряжение на выходе УРЧ

Соответственно,

= 4.313 мкВ.

Нижняя граница диапазона:

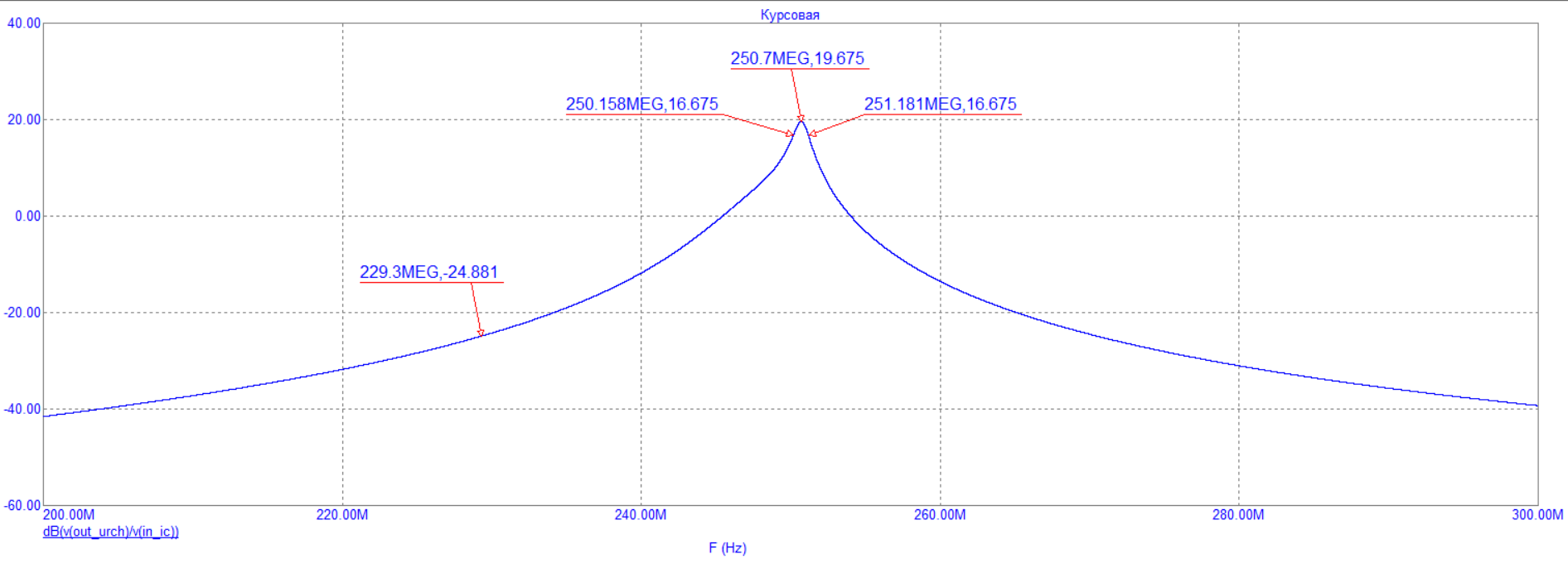
  
Рисунок 14 – Точка компрессии на 1 дБ

Отклонение на 1 дБ соответствует входному значению:

Рассчитаем динамический диапазон:

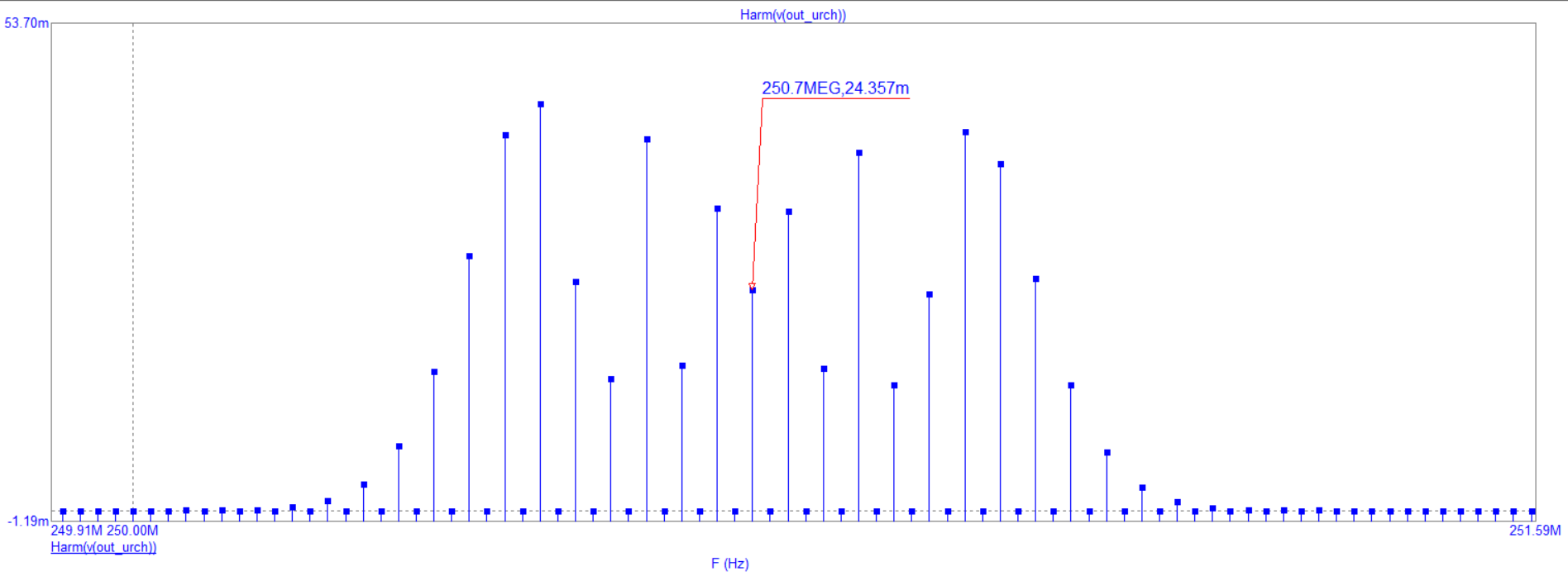
= 97.4 дБ

В процессе анализа всего преселектора скорректировали величину емкости в резонансном контуре , чтобы АЧХ всего преселектора имел пик ровно на несущей:

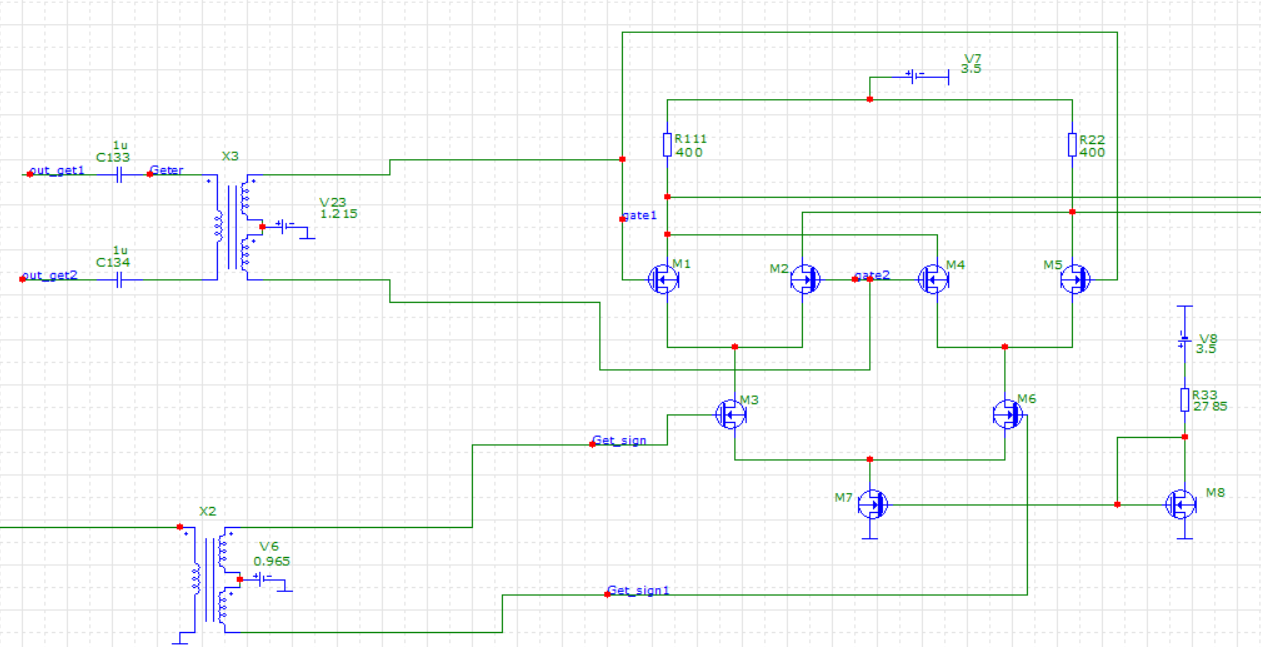
  
Рисунок 15 – АЧХ преселектора

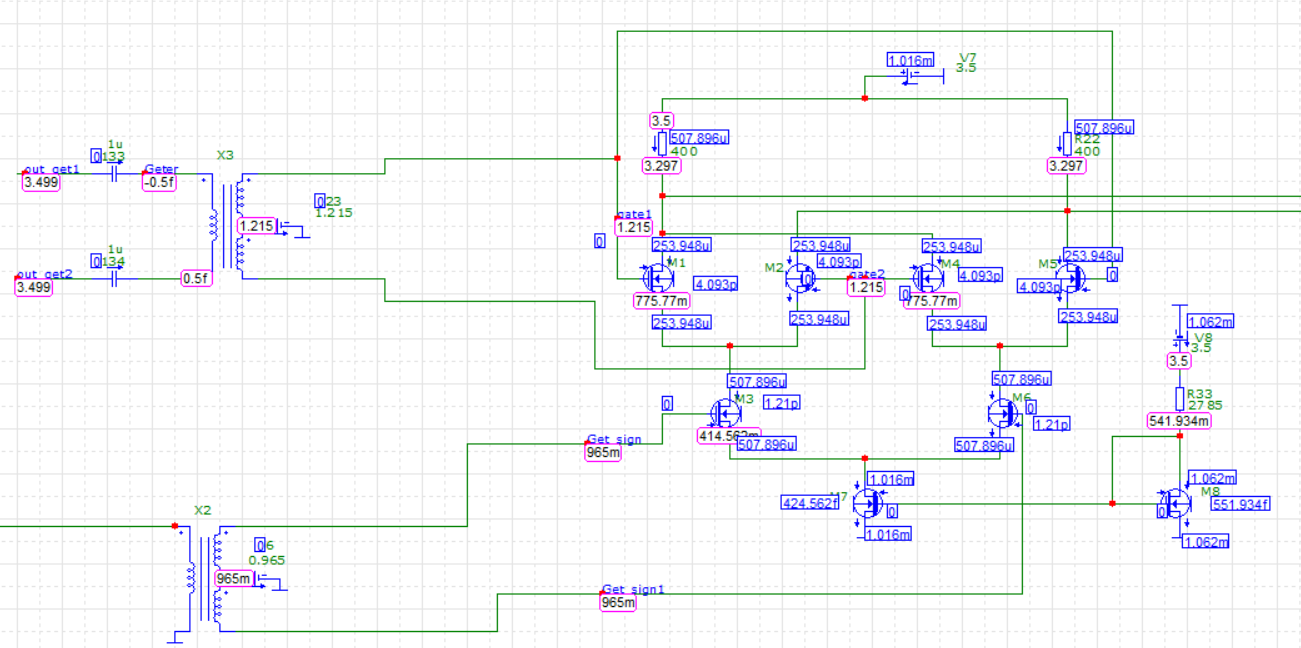
Как видно из рисунка 15, суммарное подавление по зеркальному каналу составило 44.55 дБ (что больше требуемого 38 дБ).

Проведем анализ преселектора в спектральной области:

  
Рисунок 16 – Спектр сигнала на выходе преселектора

# Смеситель

  
Рисунок 23 – Схема смесителя по схеме Гильберта

  
Рисунок 24 – Анализ смесителя по постоянному току

Рассчитаем коэффициент передачи смесителя. Для этого определяется передаточная проводимость транзистора в режиме насыщения:

Тогда коэффициент передачи смесителя:

На рисунках 25 и 26 показаны сигнал на выходе смесителя и спектр выходного колебания.

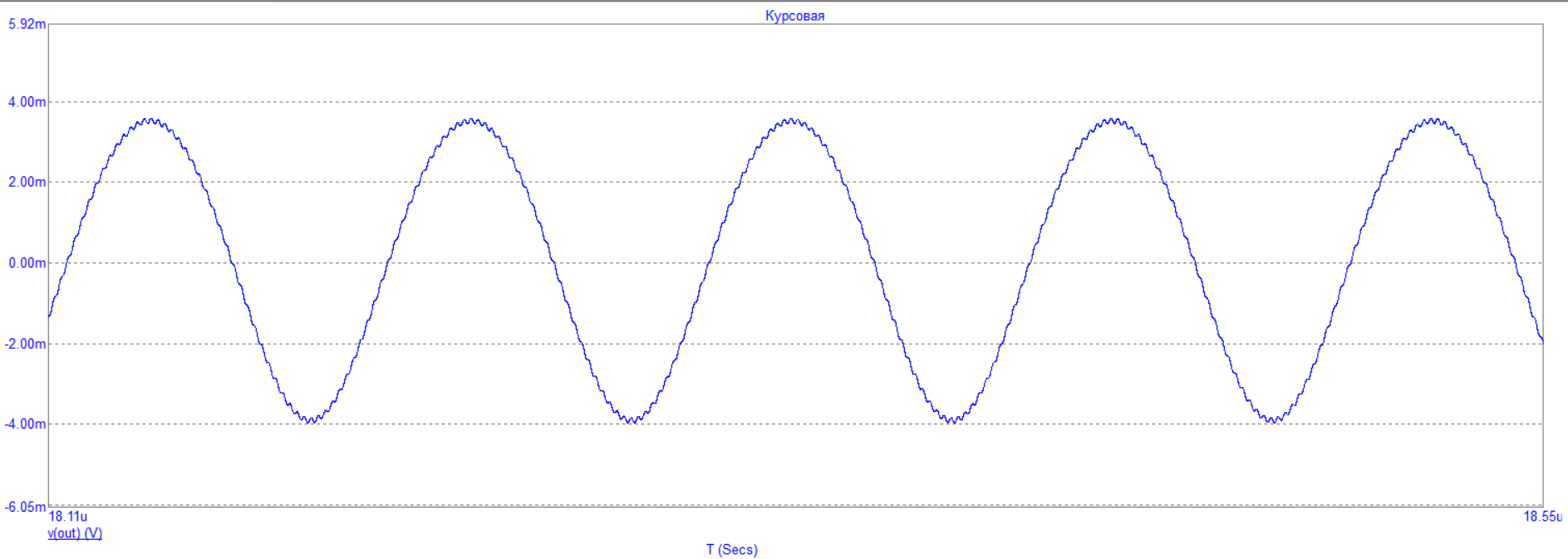


Рисунок 25 – Сигнал на выходе смесителя

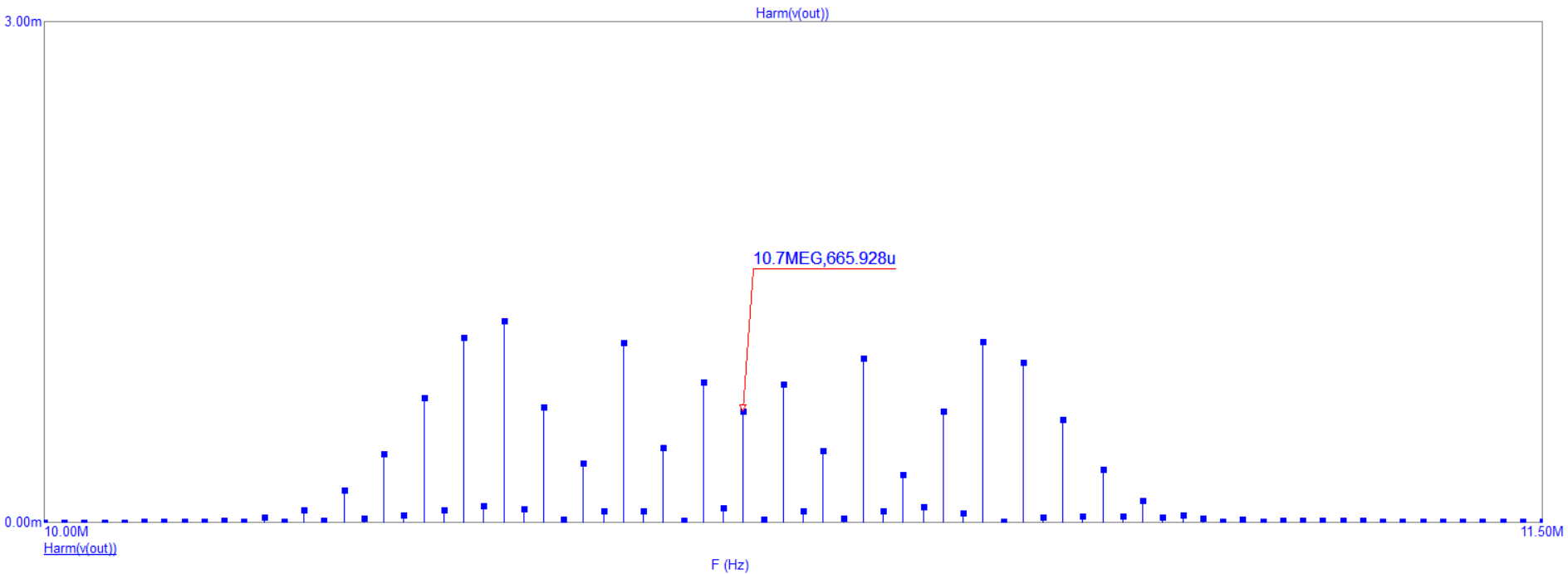


Рисунок 26 – Спектр выходного колебания смесителя

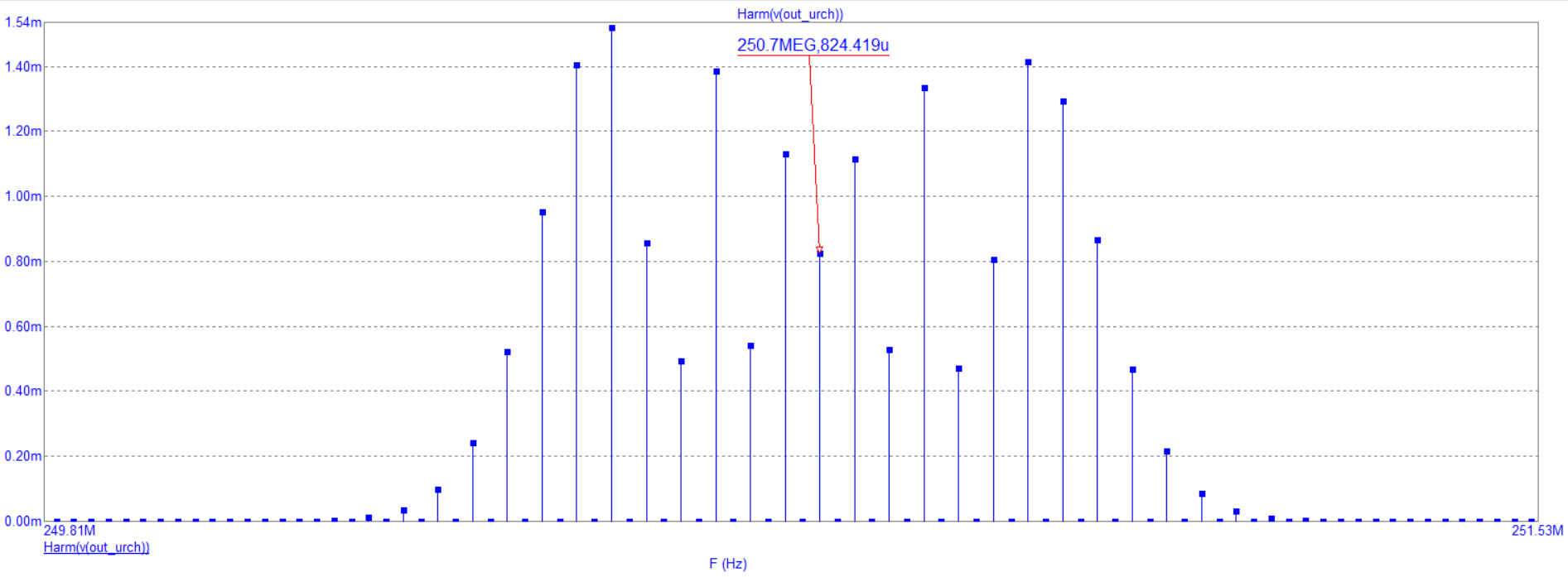
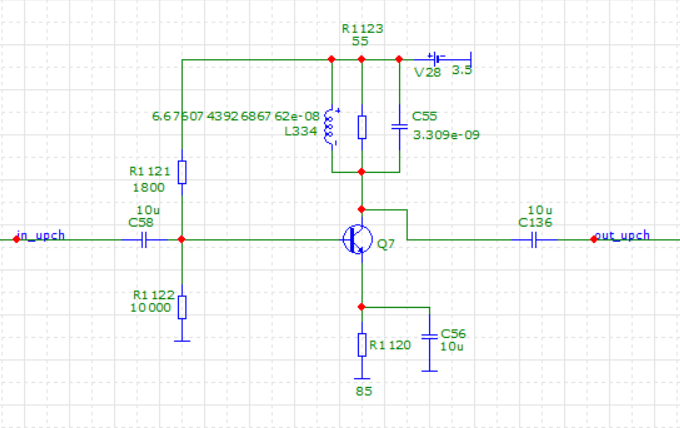


Рисунок 26 – Спектр входного колебания смесителя

Реальный коэффициент передачи: , различие с расчетным составляет 1.83 дБ.

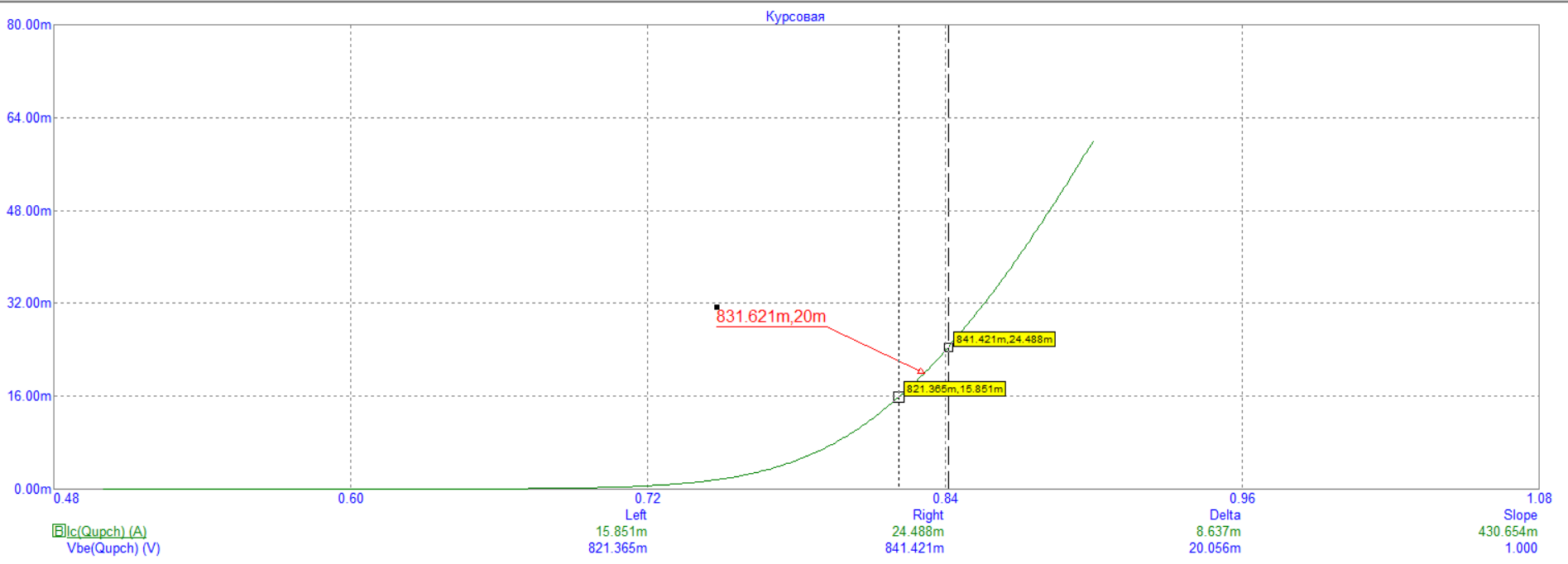
# УПЧ

  
Рисунок 27 – Принципиальная схема УПЧ

Расчет УПЧ:

Зададим коэффициент усиления по напряжению .

Выберем рабочую точку на линейном участке ВАХ: , , крутизна

  
Рисунок 9 – ВАХ

, ,

Добротность избирательной нагрузки выберем, исходя из полосы сигнала, равной . Выберем полосу пропускания чуть больше полосы сигнала, а именно 1 МГц. Тогда добротность , а следовательно, элементы резонансного контура: и

Для минимизации нелинейных искажений рассеиваемая постоянная мощность транзистора должна быть примерно в 10 раз больше переменной составляющей выходной мощности:

Максимальный выходной ток , максимальное выходное напряжение , отсюда

Эмиттерное сопротивление

Напряжение на базе

Зададим для делителя напряжения , отсюда

Для достижения требуемых величин токов и напряжений элементы схемы были скорректированы: , ,

Проведем анализ по постоянному току:

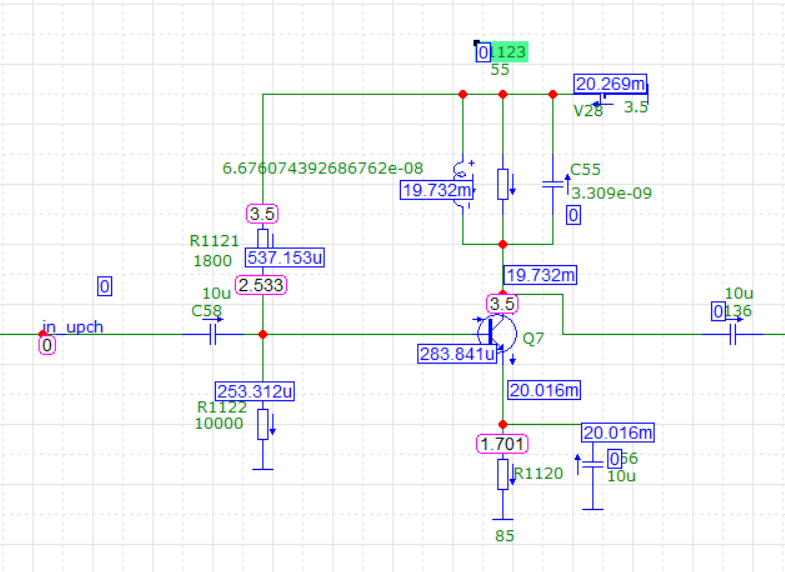
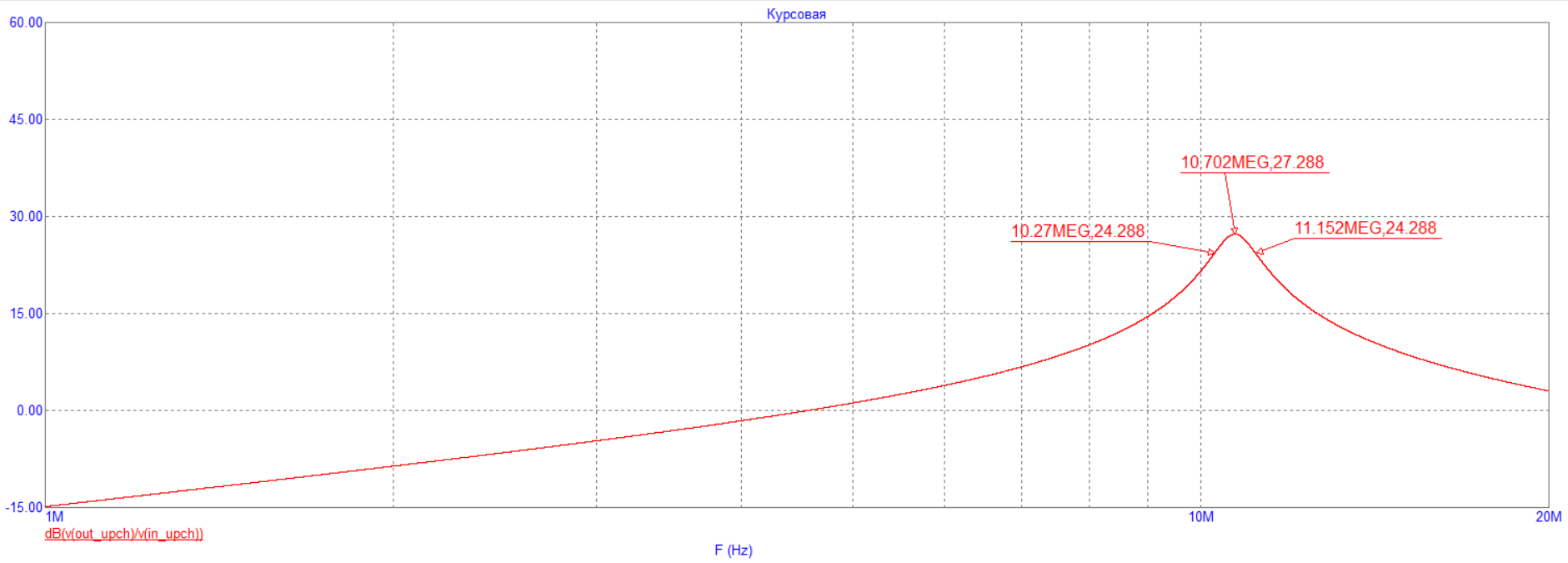
  
Рисунок 28 – Анализ УПЧ по постоянному току

Таблица 4 – Сравнение расчетов и моделирования

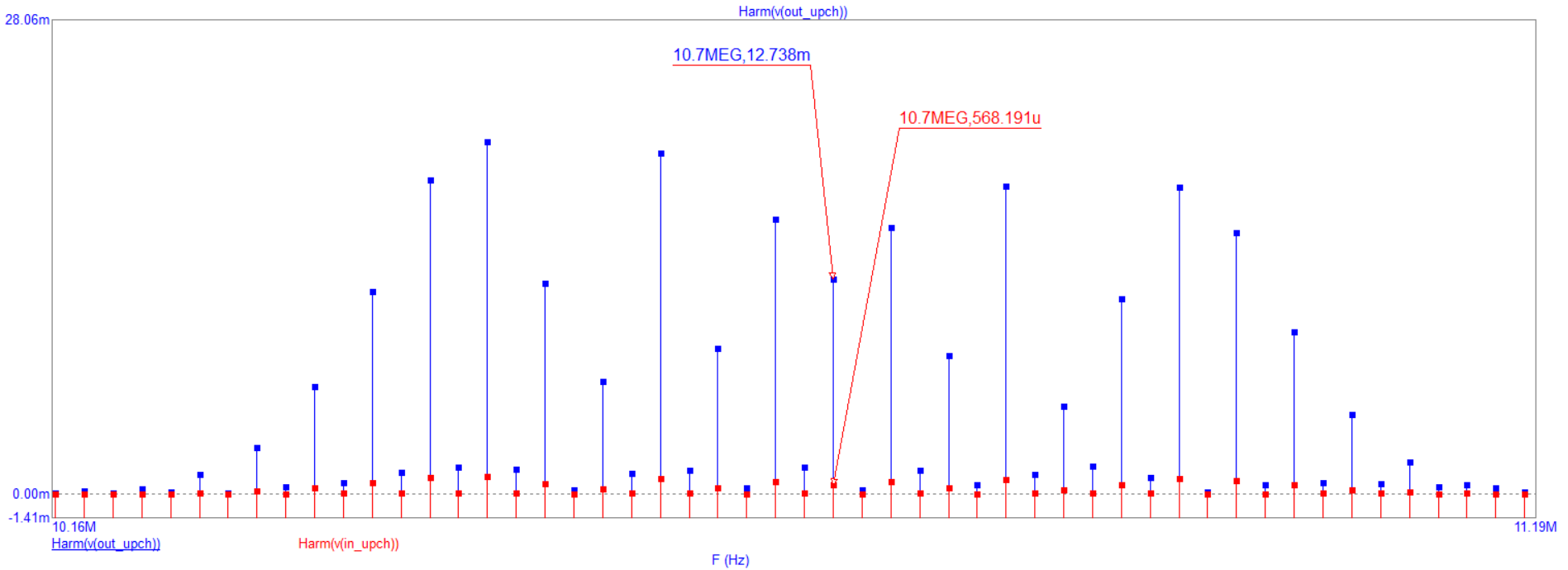
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Величина | Расчет | Моделирование | Разница |
|  | 20 мА | 19.73 мА | 1% |
|  | 2.536 В | 2.533 В | 0% |
|  | 0.832 В | 0.832 В | 0% |

Проведем анализ в частотной области.

  
Рисунок 29 – АЧХ УПЧ

Как видно из рисунка 29, УРЧ обеспечивает заданный коэффициент усиления несущей с достаточно высокой точностью (27.3 дБ при заданных 28 дБ).

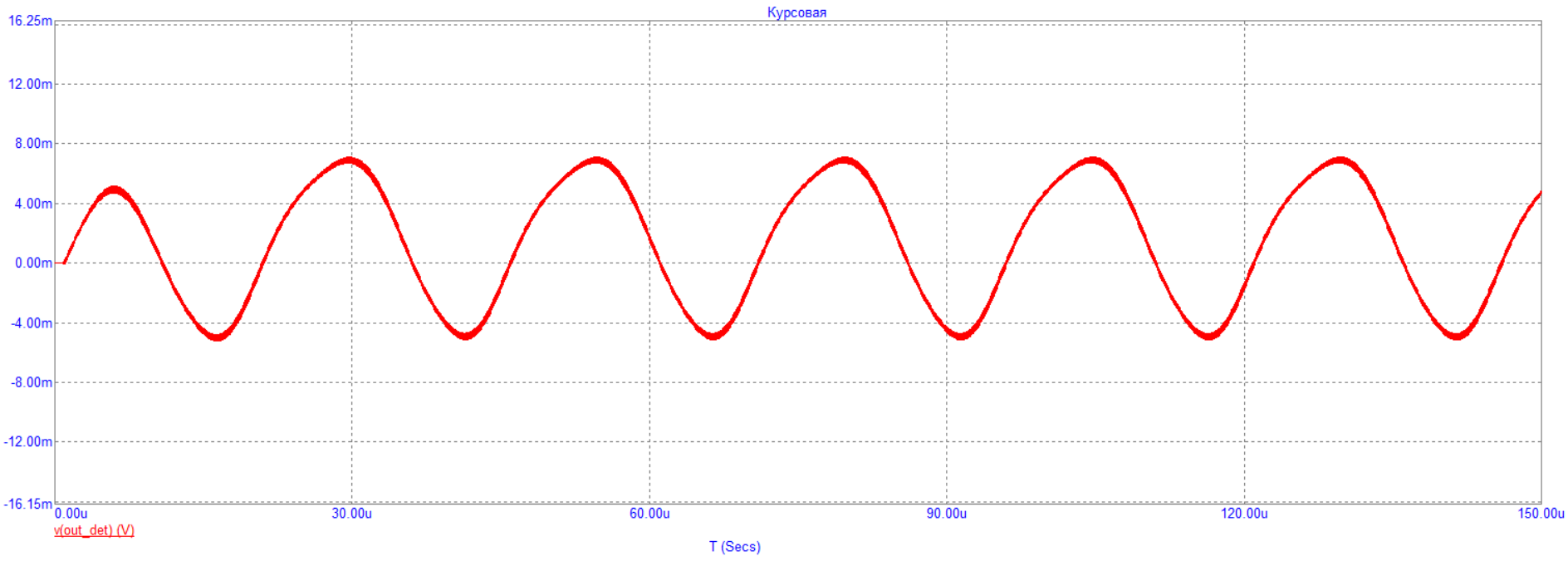
Проведем анализ УПЧ в спектральной области:

  
Рисунок 31 – Спектр сигнала на входе и выходе УПЧ

На рисунке 31 видим усиление спектральных составляющих в 22.4 раз

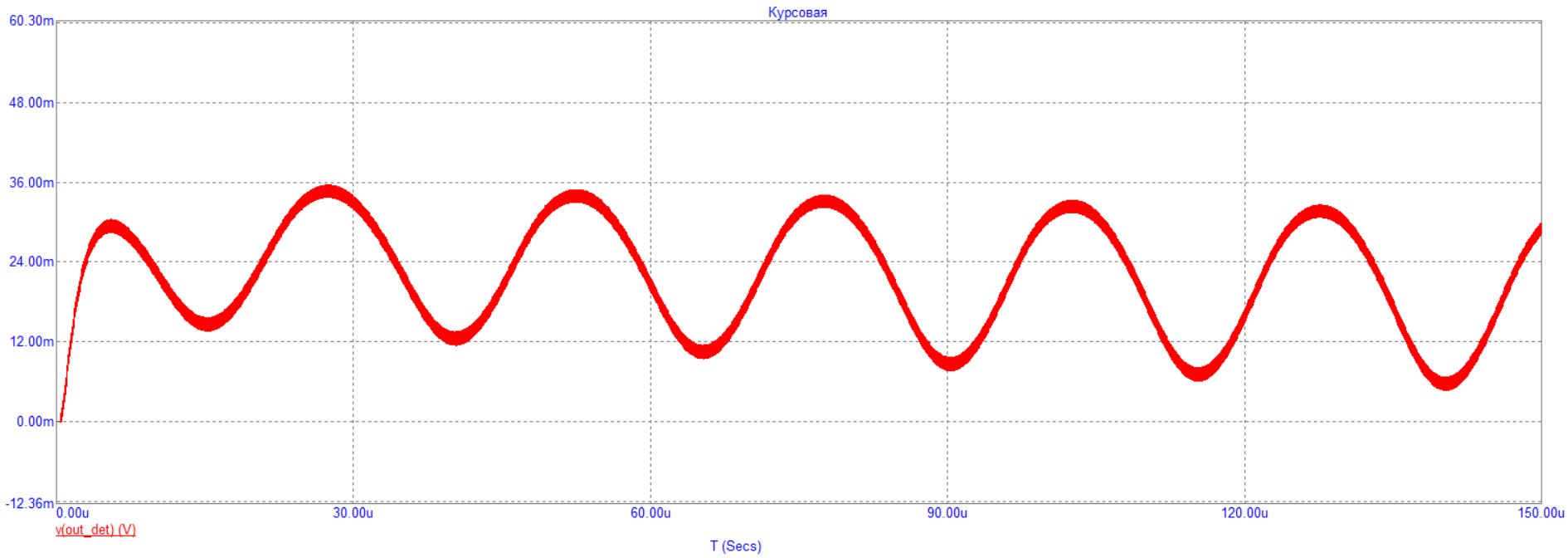
# ДЕТЕКТОР

Покажем, что вся схема работает для нижней и верхней границы динамического диапазона из ТЗ.

  
Рисунок 38 – Сигнал на выходе детектора при амплитуде входного сигнала 0.5 мВ

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание  
Рисунок 39 – Спектр на выходе детектора при амплитуде входного сигнала 0.5 мВ

  
Рисунок 40 – Сигнал на выходе детектора при амплитуде входного сигнала 15 мВ

Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание  
Рисунок 41 – Спектр на выходе детектора при амплитуде входного сигнала 15 мВ