

# ShcheniayevDA 22022025-095324

Если в каком-либо задании среди предлагаемых вариантов ответа нет правильного, нужно внести 0 в соответствующую строчку файла .txt.

# 1 Задание 1

Источник колебаний с доступной мощностью  $-4.1$  дБм и частотой  $460$  МГц имеет равномерную спектральную плотность мощности фазового шума равную минус  $97$  дБн/Гц. Этот источник подключён к согласованному входу анализатора спектра. Какую мощность измерит анализатор спектра на частоте  $459.9975$  МГц, если спектральная плотность мощности его собственных шумов равна минус  $103$  дБм/Гц, а полоса пропускания ПЧ установлена в положение  $500$  Гц?

Варианты ОТВЕТА:

- 1)  $-71.9$  дБм
- 2)  $-73.6$  дБм
- 3)  $-75.3$  дБм
- 4)  $-77$  дБм
- 5)  $-78.7$  дБм
- 6)  $-80.4$  дБм
- 7)  $-82.1$  дБм
- 8)  $-83.8$  дБм
- 9)  $-85.5$  дБм

## 2 Задание 2

Колебание синтезировано с помощью кольца ФАПЧ (Рисунок 2). Коэффициент передачи цепи обратной связи частотно независим и равен  $10^0$ , а крутизна характеристики управления частотой ГУН равна 2.2 МГц/В. Частота колебаний опорного генератора (ОГ) 240 МГц. Частота колебаний ГУН 1660 МГц. Известно, что неприведённые спектральные плотности мощности фазовых шумов двух генераторов равны на частоте отстройки 4.6 МГц. Наклон спектральной плотности мощности фазовых шумов ОГ равен минус 10 дБ/декада, а фазовых шумов ГУН минус 30 дБ/декада. Также известно, что вклад ОГ в фазовые шумы выходного синтезированного колебания на частоте отстройки 1672 кГц на 3.4 дБ больше, чем вклад ГУН. Чему равна крутизна характеристики фазового детектора?

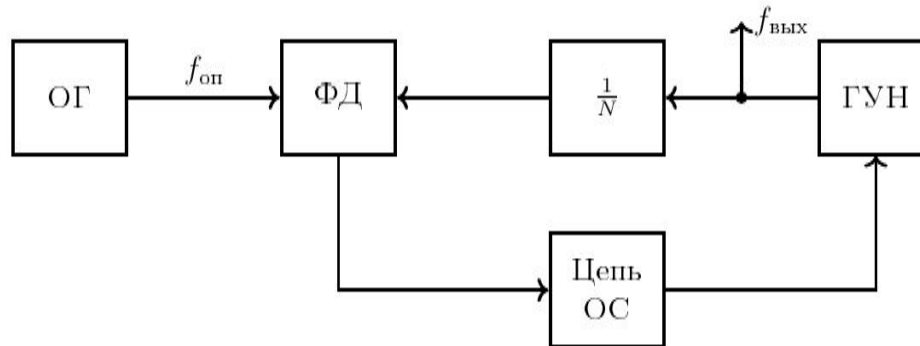


Рисунок 1 – Синтезатор с кольцом ФАПЧ: ОГ - опорный генератор, ГУН - генератор управляемый напряжением, ФД - фазовый детектор, Цепь ОС - цепь обратной связи,  $\frac{1}{N}$  - делитель частоты на  $N$ , причём  $N$  необязательно целое число

Варианты ОТВЕТА:

- 1) 2.47 В/рад
- 2) 2.78 В/рад
- 3) 3.09 В/рад
- 4) 3.40 В/рад
- 5) 3.71 В/рад
- 6) 4.02 В/рад
- 7) 4.33 В/рад
- 8) 4.64 В/рад
- 9) 4.95 В/рад

### 3 Задание 3

Для прямого синтеза заданной частоты использовались два источника колебаний, двойной балансный смеситель и полосовой фильтр. Нужная частота была получена преобразованием вверх с выделением верхней боковой с помощью полосового фильтра.

Один источник колебаний имеет частоту 5350 МГц и спектральную плотность мощности фазового шума на отстройке 100 кГц минус 148 дБн/Гц . Спектральная плотность мощности фазового шума на отстройке 100 кГц второго колебания равна минус 145 дБн/Гц, а частота его равна 7560 МГц. Чему равна спектральная плотность мощности фазового шума синтезированного колебания на отстройке 100 кГц при описанном выше некогерентном синтезе?

Варианты ОТВЕТА:

- 1) -158.7 дБн/Гц
- 2) -155.7 дБн/Гц
- 3) -152.7 дБн/Гц
- 4) -151 дБн/Гц
- 5) -148 дБн/Гц
- 6) -146.2 дБн/Гц
- 7) -145 дБн/Гц
- 8) -143.4 дБн/Гц
- 9) -140.3 дБн/Гц

## 4 Задание 4

Источник колебаний с частотой 2660 МГц имеет равномерную спектральную плотность мощности фазового шума равную минус 168 дБн/Гц. Он был подключён к согласованному линейному усилителю с шумовой температурой плюс 1064 К. Выход усилителя подключён ко входу анализатор фазовых шумов. Какую спектральную плотность мощности измерит анализатор фазовых шумов на частоте отстройки 500 Гц, если с доступная мощность на выходе источника равна 3.2 дБм?

Варианты ОТВЕТА:

- 1) -166.1 дБн/Гц
- 2) -166.6 дБн/Гц
- 3) -167.1 дБн/Гц
- 4) -167.6 дБн/Гц
- 5) -168.1 дБн/Гц
- 6) -168.6 дБн/Гц
- 7) -169.1 дБн/Гц
- 8) -169.6 дБн/Гц
- 9) -170.1 дБн/Гц

## 5 Задание 5

Колебание синтезировано с помощью кольца ФАПЧ (Рисунок 2). Частота колебаний опорного генератора (ОГ) 30 МГц. Частота колебаний ГУН 3370 МГц. Известно, что спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте отстройки 1 Гц равна минус 29.9 дБн/Гц для ОГ и плюс 57 дБн/Гц для ГУН. Наклон спектральной плотности мощности фазовых шумов ОГ равен минус 20 дБ/декада, а фазовых шумов ГУН минус 30 дБ/декада.

Коэффициент передачи цепи обратной связи равен описывается формулой  $A_0(1 + (j\Omega\tau)^{-1})$ , где  $A_0 = 73.4936$ ,  $\tau = 216.2355\text{мкс}$ .

Крутизна характеристики управления частотой ГУН равна 0.1 МГц/В. Крутизна характеристики фазового детектора 0.5 В/рад.

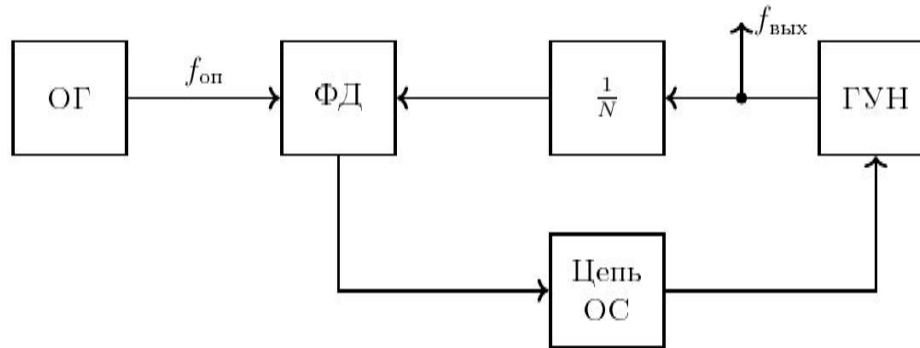


Рисунок 2 – Синтезатор с кольцом ФАПЧ: ОГ - опорный генератор, ГУН - генератор управляемый напряжением, ФД - фазовый детектор, Цепь ОС - цепь обратной связи,  $\frac{1}{N}$  - делитель частоты на  $N$ , причём  $N$  обязательно целое число

На сколько дБ отличается спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте отстройки 329 кГц колебания той же выходной частоты, но полученного из опорного путём прямого синтеза?  
Варианты ОТВЕТА:

- 1) на плюс 9.6 дБ
- 2) на плюс 9.2 дБ
- 3) на плюс 8.8 дБ
- 4) на плюс 8.4 дБ
- 5) на плюс 8 дБ
- 6) на плюс 7.6 дБ
- 7) на плюс 7.2 дБ
- 8) на плюс 6.8 дБ
- 9) на плюс 6.4 дБ

## 6 Задание 6

Если цепь на рисунке 3 используется в качестве цепи обратной связи в кольце ФАПЧ, то вклад ОГ в фазовые шумы выходного синтезированного колебания на частоте отстройки 1.925 кГц больше на 2.2 дБ, чем вклад ГУН. Если исключить эту цепь и замкнуть кольцо, то на той же частоте отстройки вклад ОГ больше на 4.2 дБ, чем вклад ГУН. Известно, что  $C = 18$  нФ, а  $R_1 = 7293$  Ом. Чему равно сопротивление другого резистора цепи обратной связи?

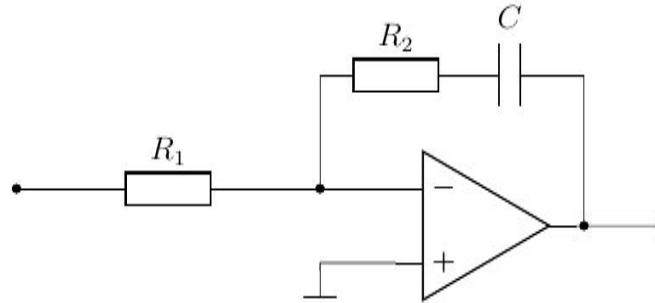


Рисунок 3 – Электрическая схема цепи обратной связи

Варианты ОТВЕТА:

- 1) 3531 Ом
- 2) 3874 Ом
- 3) 4217 Ом
- 4) 4560 Ом
- 5) 4903 Ом
- 6) 5246 Ом
- 7) 5589 Ом
- 8) 5932 Ом
- 9) 6275 Ом