

# ShipinskyKS 28122024-101319

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

# 1 Задание 1

Колебание синтезировано с помощью кольца ФАПЧ (Рисунок 3). Коэффициент передачи цепи обратной связи частотно независим и равен  $10^1$ , а крутизна характеристики управления частотой ГУН равна 1.4 МГц/В. Частота колебаний опорного генератора (ОГ) 310 МГц. Частота колебаний ГУН 2420 МГц. Известно, что неприведённые спектральные плотности мощности фазовых шумов двух генераторов равны на частоте отстройки 2.9 МГц. Наклон спектральной плотности мощности фазовых шумов ОГ равен минус 0 дБ/декада, а фазовых шумов ГУН минус 30 дБ/декада. Также известно, что вклад ОГ в фазовые шумы выходного синтезированного колебания на частоте отстройки 1268 кГц на 5.9 дБ больше, чем вклад ГУН. Чему равна крутизна характеристики фазового детектора?

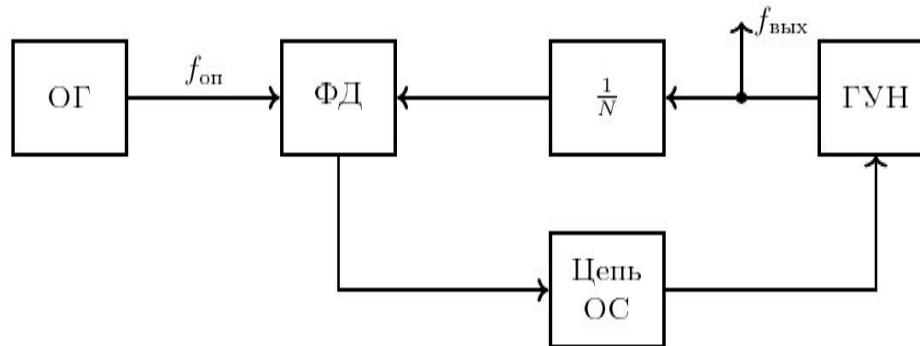


Рисунок 1 – Синтезатор с кольцом ФАПЧ: ОГ - опорный генератор, ГУН - генератор управляемый напряжением, ФД - фазовый детектор, Цепь ОС - цепь обратной связи,  $\frac{1}{N}$  - делитель частоты на  $N$ , причём  $N$  необязательно целое число

Варианты ОТВЕТА:

- 1) 0.62 В/рад
- 2) 0.68 В/рад
- 3) 0.74 В/рад
- 4) 0.80 В/рад
- 5) 0.86 В/рад
- 6) 0.92 В/рад
- 7) 0.98 В/рад
- 8) 1.04 В/рад
- 9) 1.10 В/рад

## 2 Задание 2

Если цепь на рисунке 2 используется в качестве цепи обратной связи в кольце ФАПЧ, то вклад ОГ в фазовые шумы выходного синтезированного колебания на частоте отстройки 5.85 кГц меньше на 4.3 дБ, чем вклад ГУН. Если исключить эту цепь и замкнуть кольцо, то на той же частоте отстройки вклад ОГ больше на 3.7 дБ, чем вклад ГУН. Известно, что  $C = 9.54$  нФ, а  $R_1 = 8450$  Ом. Чему равно сопротивление другого резистора цепи обратной связи?

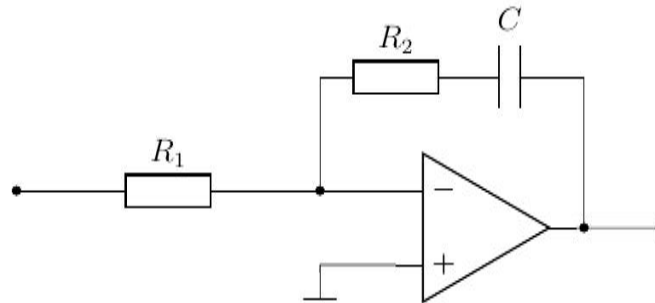


Рисунок 2 – Электрическая схема цепи обратной связи

Варианты ОТВЕТА:

- 1) 916 Ом
- 2) 1090 Ом
- 3) 1264 Ом
- 4) 1438 Ом
- 5) 1612 Ом
- 6) 1786 Ом
- 7) 1960 Ом
- 8) 2134 Ом
- 9) 2308 Ом

### 3 Задание 3

Колебание синтезировано с помощью кольца ФАПЧ (Рисунок 3). Частота колебаний опорного генератора (ОГ) 140 МГц. Частота колебаний ГУН 2340 МГц. Известно, что спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте отстройки 1 Гц равна минус 111.5 дБн/Гц для ОГ и минус 40.4 дБн/Гц для ГУН. Наклон спектральной плотности мощности фазовых шумов ОГ равен минус 0 дБ/декада, а фазовых шумов ГУН минус 10 дБ/декада.

Коэффициент передачи цепи обратной связи равен описывается формулой  $A_0(1 + (j\Omega\tau)^{-1})$ , где  $A_0 = 0.45809$ ,  $\tau = 230.4402\text{мкс}$ .

Крутизна характеристики управления частотой ГУН равна 1.6 МГц/В. Крутизна характеристики фазового детектора 0.7 В/рад.

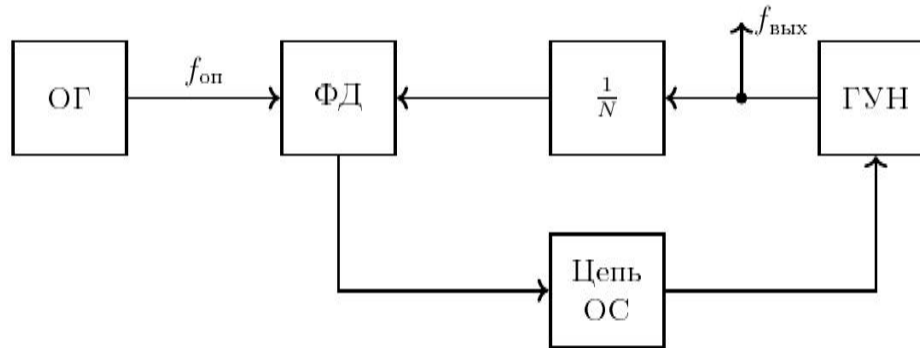


Рисунок 3 – Синтезатор с кольцом ФАПЧ: ОГ - опорный генератор, ГУН - генератор управляемый напряжением, ФД - фазовый детектор, Цепь ОС - цепь обратной связи,  $\frac{1}{N}$  - делитель частоты на  $N$ , причём  $N$  обязательно целое число

На сколько дБ отличается спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте отстройки 5 кГц колебания той же выходной частоты, но полученного из опорного путём прямого синтеза?  
Варианты ОТВЕТА:

- 1) на плюс 1.4 дБ
- 2) на плюс 1 дБ
- 3) на плюс 0.6 дБ
- 4) на плюс 0.2 дБ
- 5) на минус 0.2 дБ
- 6) на минус 0.6 дБ
- 7) на минус 1 дБ
- 8) на минус 1.4 дБ
- 9) на минус 1.8 дБ

## 4 Задание 4

Источник колебаний с доступной мощностью  $-2.4$  дБм и частотой  $1510$  МГц имеет равномерную спектральную плотность мощности фазового шума равную минус  $111$  дБн/Гц. Этот источник подключён к согласованному входу анализатора спектра. Какую мощность измерит анализатор спектра на частоте  $1510.0003$  МГц, если спектральная плотность мощности его собственных шумов равна минус  $114$  дБм/Гц, а полоса пропускания ПЧ установлена в положение  $100$  Гц?

Варианты ОТВЕТА:

- 1)  $-87.3$  дБм
- 2)  $-89$  дБм
- 3)  $-90.7$  дБм
- 4)  $-92.4$  дБм
- 5)  $-94.1$  дБм
- 6)  $-95.8$  дБм
- 7)  $-97.5$  дБм
- 8)  $-99.2$  дБм
- 9)  $-100.9$  дБм

## 5 Задание 5

Источник колебаний и частотой 1990 МГц имеет равномерную спектральную плотность мощности фазового шума равную минус 173 дБн/Гц. Он был подключён к согласованному линейному усилителю с шумовой температурой плюс 1598 К. Выход усилителя подключён ко входу анализатор фазовых шумов. Какую спектральную плотность мощности измерит анализатор фазовых шумов на частоте отстройки 10 Гц, если с доступная мощность на выходе источника равна -3.5 дБм?

Варианты ОТВЕТА:

- 1) -162.3 дБн/Гц
- 2) -162.8 дБн/Гц
- 3) -163.3 дБн/Гц
- 4) -163.8 дБн/Гц
- 5) -164.3 дБн/Гц
- 6) -164.8 дБн/Гц
- 7) -165.3 дБн/Гц
- 8) -165.8 дБн/Гц
- 9) -166.3 дБн/Гц

## 6 Задание 6

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

Один источник колебаний имеет частоту 5000 МГц и спектральную плотность мощности фазового шума на отстройке 100 кГц минус 79 дБрад<sup>2</sup>/Гц . Спектральная плотность мощности фазового шума на отстройке 100 кГц второго колебания равна минус 79 дБн/Гц, а частота его равна 7060 МГц. Чему равна спектральная плотность мощности фазового шума синтезированного колебания на отстройке 100 кГц при описанном выше когерентном синтезе?

Варианты ОТВЕТА:

- 1) -92.7 дБн/Гц
- 2) -89.7 дБн/Гц
- 3) -86.7 дБн/Гц
- 4) -85 дБн/Гц
- 5) -82 дБн/Гц
- 6) -80.2 дБн/Гц
- 7) -79 дБн/Гц
- 8) -77.4 дБн/Гц
- 9) -77.2 дБн/Гц