

# NavayevaAD 15022025-091409

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 фазового детектора равна  $0.6 \text{ В/рад}$ . Частота колебаний опорного генератора (ОГ)  $240 \text{ МГц}$ . Частота колебаний ГУН  $910 \text{ МГц}$ . Известно, что неприведённые спектральные плотности мощности фазовых шумов двух генераторов равны на частоте отстройки  $6 \text{ МГц}$ . Наклон спектральной плотности мощности фазовых шумов ОГ равен минус  $0 \text{ дБ/декада}$ , а фазовых шумов ГУН минус  $30 \text{ дБ/декада}$ . Также известно, что вклад ОГ в фазовые шумы выходного синтезированного колебания на частоте отстройки  $4578 \text{ кГц}$  на  $8.8 \text{ дБ}$  больше, чем вклад ГУН. Чему равна крутизна характеристики управления частотой ГУН?

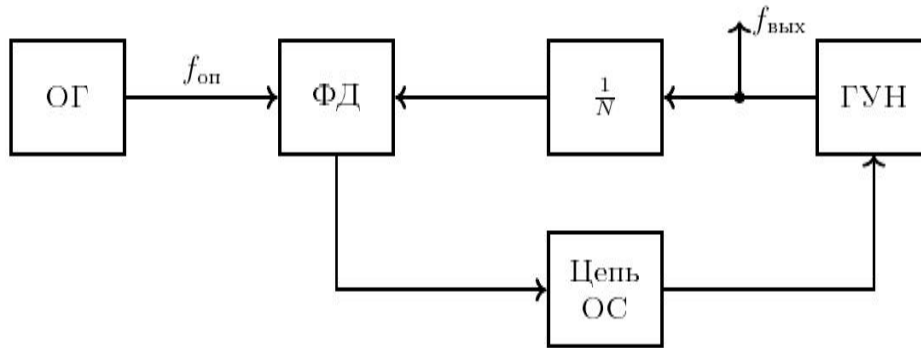


Рисунок 1 – Синтезатор с кольцом ФАПЧ: ОГ - опорный генератор, ГУН - генератор управляемый напряжением, ФД - фазовый детектор, Цепь ОС - цепь обратной связи,  $\frac{1}{N}$  - делитель частоты на  $N$ , причём  $N$  необязательно целое число

Варианты ОТВЕТА:

- 1)  $0.91 \text{ МГц/В}$
- 2)  $1.23 \text{ МГц/В}$
- 3)  $1.55 \text{ МГц/В}$
- 4)  $1.87 \text{ МГц/В}$
- 5)  $2.19 \text{ МГц/В}$
- 6)  $2.51 \text{ МГц/В}$
- 7)  $2.83 \text{ МГц/В}$
- 8)  $3.15 \text{ МГц/В}$
- 9)  $3.47 \text{ МГц/В}$

## 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 3.646 кГц больше на 2 дБ, чем вклад ГУН. Если исключить эту цепь и замкнуть кольцо, то на той же частоте отстройки вклад ОГ меньше на 5.4 дБ, чем вклад ГУН. Известно, что  $C = 20.19$  нФ, а  $R_2 = 1632$  Ом. Чему равно сопротивление другого резистора цепи обратной связи?

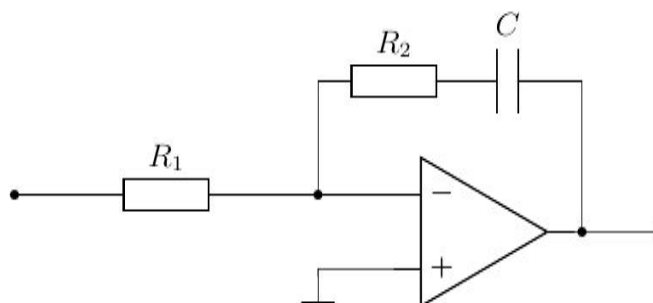


Рисунок 2 – Электрическая схема цепи обратной связи

Варианты ОТВЕТА:

- 1) 364 Ом
- 2) 477 Ом
- 3) 590 Ом
- 4) 703 Ом
- 5) 816 Ом
- 6) 929 Ом
- 7) 1042 Ом
- 8) 1155 Ом
- 9) 1268 Ом

### 3 Задание 3

Источник колебаний с доступной мощностью  $-4.5$  дБм и частотой  $1710$  МГц имеет равномерную спектральную плотность мощности фазового шума равную минус  $88$  дБн/Гц. Этот источник подключён к согласованному входу анализатора спектра. Какую мощность измерит анализатор спектра на частоте  $1710.01$  МГц, если спектральная плотность мощности его собственных шумов равна минус  $98$  дБм/Гц, а полоса пропускания ПЧ установлена в положение  $1000$  Гц?

Варианты ОТВЕТА:

- 1)  $-51.2$  дБм
- 2)  $-52.9$  дБм
- 3)  $-54.6$  дБм
- 4)  $-56.3$  дБм
- 5)  $-58$  дБм
- 6)  $-59.7$  дБм
- 7)  $-61.4$  дБм
- 8)  $-63.1$  дБм
- 9)  $-64.8$  дБм

## 4 Задание 4

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 6440 МГц и спектральную плотность мощности фазового шума на отстройке 100 кГц минус 117 дБн/Гц . Спектральная плотность мощности фазового шума на отстройке 100 кГц синтезированного колебания равна минус 111 дБн/Гц, а частота его равна 12850 МГц. Чему равна спектральная плотность мощности фазового шума второго колебания на отстройке 100 кГц при описанном выше когерентном синтезе?

Варианты ОТВЕТА:

- 1) -114 дБн/Гц
- 2) -113 дБн/Гц
- 3) -112.3 дБн/Гц
- 4) -110.5 дБн/Гц
- 5) -110 дБн/Гц
- 6) -109.2 дБн/Гц
- 7) -107.5 дБн/Гц
- 8) -107 дБн/Гц
- 9) -104.5 дБн/Гц

## 5 Задание 5

Источник колебаний с частотой 5220 МГц имеет равномерную спектральную плотность мощности фазового шума равную минус 174 дБн/Гц. Он был подключён к согласованному линейному усилителю с шумовой температурой плюс 1220 К. Выход усилителя подключён ко входу анализатор фазовых шумов. Какую спектральную плотность мощности измерит анализатор фазовых шумов на частоте отстройки 30 Гц, если с доступная мощность на выходе усилителя равна -1.1 дБм? Варианты ОТВЕТА:

- 1) -170.5 дБн/Гц
- 2) -171 дБн/Гц
- 3) -171.5 дБн/Гц
- 4) -172 дБн/Гц
- 5) -172.5 дБн/Гц
- 6) -173 дБн/Гц
- 7) -173.5 дБн/Гц
- 8) -174 дБн/Гц
- 9) -174.5 дБн/Гц

## 6 Задание 6

Колебание синтезировано с помощью кольца ФАПЧ (Рисунок 3). Частота колебаний опорного генератора (ОГ) 30 МГц. Частота колебаний ГУН 3990 МГц. Известно, что спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте отстройки 1 Гц равна минус 49.8 дБн/Гц для ОГ и плюс 40.4 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  $A_0 = 10.4436$ ,  $\tau = 94.8232\text{мкс}$ .

Крутизна характеристики управления частотой ГУН равна 1.9 МГц/В. Крутизна характеристики фазового детектора 0.5 В/рад.

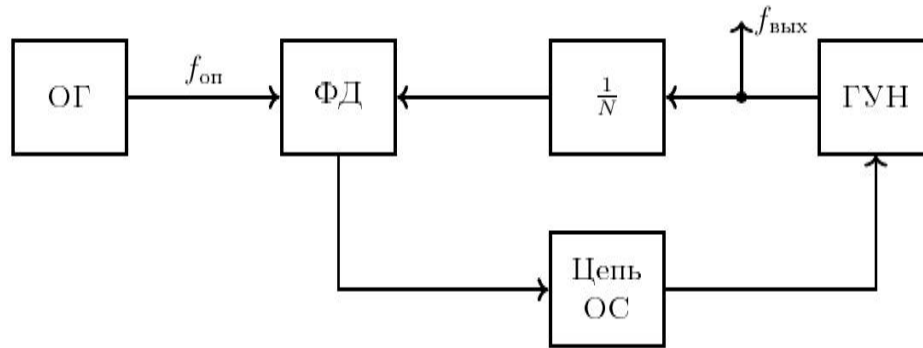


Рисунок 3 – Синтезатор с кольцом ФАПЧ: ОГ - опорный генератор, ГУН - генератор управляемый напряжением, ФД - фазовый детектор, Цепь ОС - цепь обратной связи,  $\frac{1}{N}$  - делитель частоты на  $N$ , причём  $N$  обязательно целое число

На сколько дБ отличается спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте отстройки 194 кГц колебания той же выходной частоты, но полученного из опорного путём прямого синтеза?

Варианты ОТВЕТА:

- 1) на плюс 5.2 дБ
- 2) на плюс 4.8 дБ
- 3) на плюс 4.4 дБ
- 4) на плюс 4 дБ
- 5) на плюс 3.6 дБ
- 6) на плюс 3.2 дБ
- 7) на плюс 2.8 дБ
- 8) на плюс 2.4 дБ
- 9) на плюс 2 дБ