

# VolkovValA 23122024-171105

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

# 1 Задание 1

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 6430 МГц и спектральную плотность мощности фазового шума на отстройке 100 кГц минус 139 дБрад<sup>2</sup>/Гц. Спектральная плотность мощности фазового шума на отстройке 100 кГц синтезированного колебания равна минус 137 дБн/Гц, а частота его равна 11430 МГц. Чему равна спектральная плотность мощности фазового шума второго колебания на отстройке 100 кГц при описанном выше некогерентном синтезе?

Варианты ОТВЕТА:

- 1) -147.2 дБн/Гц
- 2) -144.2 дБн/Гц
- 3) -141.7 дБн/Гц
- 4) -141.2 дБн/Гц
- 5) -138.8 дБн/Гц
- 6) -138.7 дБн/Гц
- 7) -136.1 дБн/Гц
- 8) -135.8 дБн/Гц
- 9) -135.6 дБн/Гц

## 2 Задание 2

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  $0.4 \text{ В/рад}$ . Частота колебаний опорного генератора (ОГ)  $250 \text{ МГц}$ . Частота колебаний ГУН  $270 \text{ МГц}$ . Известно, что неприведённые спектральные плотности мощности фазовых шумов двух генераторов равны на частоте отстройки  $1.3 \text{ МГц}$ . Наклон спектральной плотности мощности фазовых шумов ОГ равен минус  $20 \text{ дБ/декада}$ , а фазовых шумов ГУН минус  $30 \text{ дБ/декада}$ . Также известно, что вклад ОГ в фазовые шумы выходного синтезированного колебания на частоте отстройки  $3094 \text{ кГц}$  на  $3.6 \text{ дБ}$  меньше, чем вклад ГУН. Чему равна крутизна характеристики управления частотой ГУН?

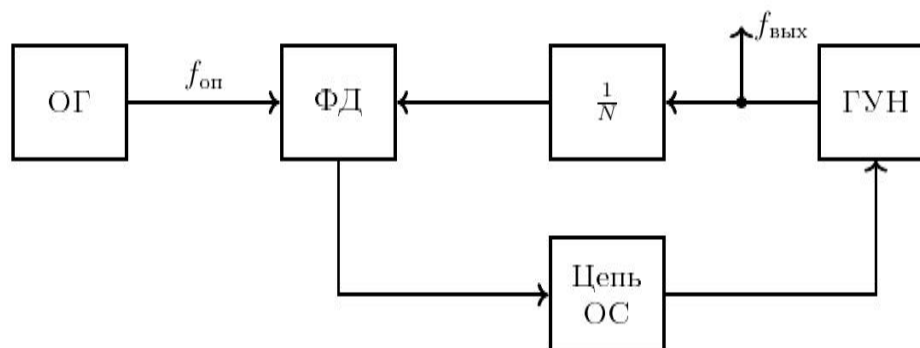


Рисунок 1 – Синтезатор с кольцом ФАПЧ: ОГ - опорный генератор, ГУН - генератор управляемый напряжением, ФД - фазовый детектор, Цепь ОС - цепь обратной связи,  $\frac{1}{N}$  - делитель частоты на  $N$ , причём  $N$  необязательно целое число

Варианты ОТВЕТА:

- 1)  $0.09 \text{ МГц/В}$
- 2)  $0.12 \text{ МГц/В}$
- 3)  $0.15 \text{ МГц/В}$
- 4)  $0.18 \text{ МГц/В}$
- 5)  $0.21 \text{ МГц/В}$
- 6)  $0.24 \text{ МГц/В}$
- 7)  $0.27 \text{ МГц/В}$
- 8)  $0.30 \text{ МГц/В}$
- 9)  $0.33 \text{ МГц/В}$

### 3 Задание 3

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 4.693 кГц на 8.5 дБ больше, чем вклад ГУН. Если исключить эту цепь и замкнуть кольцо, то на той же частоте отстройки вклад ОГ на 5.8 дБ больше, чем вклад ГУН. Известно, что  $C = 12.4$  нФ, а  $R_2 = 1583$  Ом. Чему равно сопротивление другого резистора цепи обратной связи?

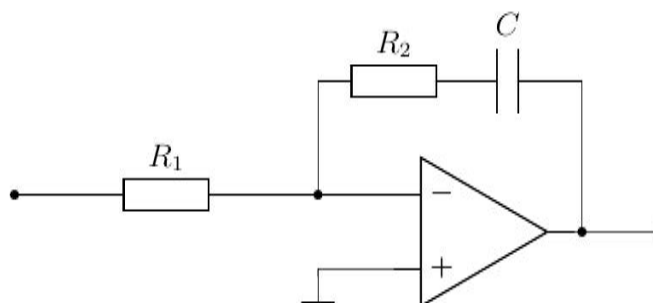


Рисунок 2 – Электрическая схема цепи обратной связи

Варианты ОТВЕТА:

- 1) 2200 Ом
- 2) 2223 Ом
- 3) 2246 Ом
- 4) 2269 Ом
- 5) 2292 Ом
- 6) 2315 Ом
- 7) 2338 Ом
- 8) 2361 Ом
- 9) 2384 Ом

## 4 Задание 4

Колебание синтезировано с помощью кольца ФАПЧ (Рисунок 3). Частота колебаний опорного генератора (ОГ) 120 МГц. Частота колебаний ГУН 1600 МГц. Известно, что спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте отстройки 1 Гц равна минус 64.7 дБн/Гц для ОГ и плюс 11.8 дБн/Гц для ГУН. Наклон спектральной плотности мощности фазовых шумов ОГ равен минус 10 дБ/декада, а фазовых шумов ГУН минус 20 дБ/декада.

Коэффициент передачи цепи обратной связи равен описывается формулой  $A_0(1 + (j\Omega\tau)^{-1})$ , где  $A_0 = 4.2874$ ,  $\tau = 29.3305$  мкс.

Крутизна характеристики управления частотой ГУН равна 1.5 МГц/В. Крутизна характеристики фазового детектора 0.5 В/рад.

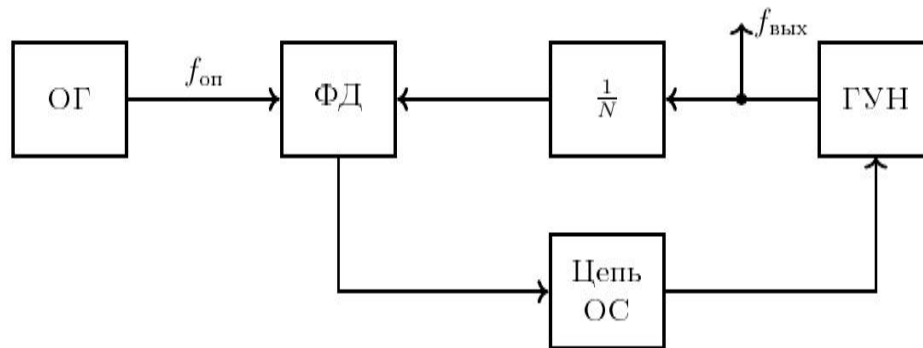


Рисунок 3 – Синтезатор с кольцом ФАПЧ: ОГ - опорный генератор, ГУН - генератор управляемый напряжением, ФД - фазовый детектор, Цепь ОС - цепь обратной связи,  $\frac{1}{N}$  - делитель частоты на  $N$ , причём  $N$  необязательно целое число

На сколько дБ отличается спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте отстройки 104 кГц колебания той же выходной частоты, но полученного из опорного путём прямого синтеза?

Варианты ОТВЕТА:

- 1) на плюс 0.6 дБ
- 2) на плюс 0.2 дБ
- 3) на минус 0.2 дБ
- 4) на минус 0.6 дБ
- 5) на минус 1 дБ
- 6) на минус 1.4 дБ
- 7) на минус 1.8 дБ
- 8) на минус 2.2 дБ
- 9) на минус 2.6 дБ

## 5 Задание 5

Источник колебаний с частотой 440 МГц имеет равномерную спектральную плотность мощности фазового шума равную минус 157 дБн/Гц. Он был подключён к согласованному линейному усилителю с шумовой температурой плюс 1094 К. Выход усилителя подключён ко входу анализатора фазовых шумов. Какую спектральную плотность мощности измерит анализатор фазовых шумов на частоте отстройки 2 Гц, если с доступная мощность на выходе источника равна -4.4 дБм? Варианты ОТВЕТА:

- 1) -154.9 дБн/Гц
- 2) -155.4 дБн/Гц
- 3) -155.9 дБн/Гц
- 4) -156.4 дБн/Гц
- 5) -156.9 дБн/Гц
- 6) -157.4 дБн/Гц
- 7) -157.9 дБн/Гц
- 8) -158.4 дБн/Гц
- 9) -158.9 дБн/Гц

## 6 Задание 6

Источник колебаний с доступной мощностью  $-3$  дБм и частотой  $1440$  МГц имеет равномерную спектральную плотность мощности фазового шума равную минус  $84$  дБн/Гц. Этот источник подключён к согласованному входу анализатора спектра. Какую мощность измерит анализатор спектра на частоте  $1439.999992$  МГц, если спектральная плотность мощности его собственных шумов равна минус  $95$  дБм/Гц, а полоса пропускания ПЧ установлена в положение  $1$  Гц?

Варианты ОТВЕТА:

- 1)  $-77.9$  дБм
- 2)  $-79.6$  дБм
- 3)  $-81.3$  дБм
- 4)  $-83$  дБм
- 5)  $-84.7$  дБм
- 6)  $-86.4$  дБм
- 7)  $-88.1$  дБм
- 8)  $-89.8$  дБм
- 9)  $-91.5$  дБм