

TikhonovNikS 26012025-091803

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  $-4.8$  дБм и частотой  $3530$  МГц имеет равномерную спектральную плотность мощности фазового шума равную минус  $142$  дБн/Гц. Этот источник подключён к согласованному входу анализатора спектра. Какую мощность измерит анализатор спектра на частоте  $3530.000009$  МГц, если спектральная плотность мощности его собственных шумов равна минус  $154$  дБм/Гц, а полоса пропускания ПЧ установлена в положение  $1$  Гц?

Варианты ОТВЕТА:

- 1)  $-144.3$  дБм
- 2)  $-146$  дБм
- 3)  $-147.7$  дБм
- 4)  $-149.4$  дБм
- 5)  $-151.1$  дБм
- 6)  $-152.8$  дБм
- 7)  $-154.5$  дБм
- 8)  $-156.2$  дБм
- 9)  $-157.9$  дБм

## 2 Задание 2

Колебание синтезировано с помощью кольца ФАПЧ (Рисунок 2). Коэффициент передачи цепи обратной связи частотно независим и равен  $10^1$ , а крутизна характеристики управления частотой ГУН равна 2.6 МГц/В. Частота колебаний опорного генератора (ОГ) 210 МГц. Частота колебаний ГУН 2030 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 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 1657 кГц на 5.5 дБ больше, чем вклад ГУН. Чему равна крутизна характеристики фазового детектора?

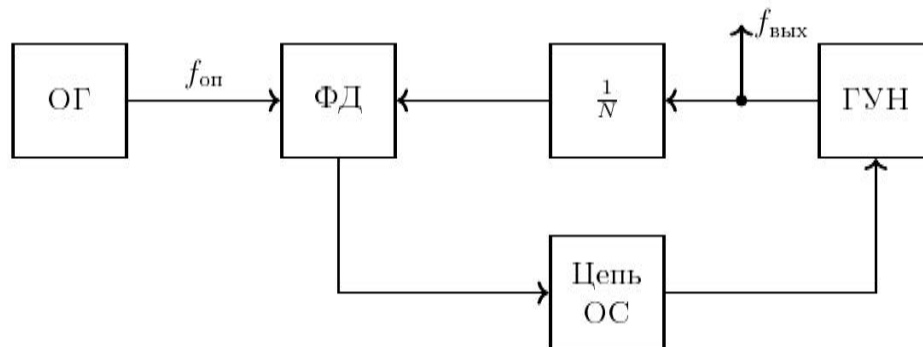


Рисунок 1 – Синтезатор с кольцом ФАПЧ: ОГ - опорный генератор, ГУН - генератор управляемый напряжением, ФД - фазовый детектор, Цепь ОС - цепь обратной связи,  $\frac{1}{N}$  - делитель частоты на  $N$ , причём  $N$  необязательно целое число

Варианты ОТВЕТА:

- 1) 0.14 МГц/В
- 2) 0.20 МГц/В
- 3) 0.26 МГц/В
- 4) 0.32 МГц/В
- 5) 0.38 МГц/В
- 6) 0.44 МГц/В
- 7) 0.50 МГц/В
- 8) 0.56 МГц/В
- 9) 0.62 МГц/В

### 3 Задание 3

Источник колебаний с частотой 6580 МГц имеет равномерную спектральную плотность мощности фазового шума равную минус 174 дБн/Гц. Он был подключён к согласованному линейному усилителю с шумовой температурой плюс 1214 К. Выход усилителя подключён ко входу анализатор фазовых шумов. Какую спектральную плотность мощности измерит анализатор фазовых шумов на частоте отстройки 100 Гц, если с доступная мощность на выходе усилителя равна -0.1 дБм?

Варианты ОТВЕТА:

- 1) -172.5 дБн/Гц
- 2) -173 дБн/Гц
- 3) -173.5 дБн/Гц
- 4) -174 дБн/Гц
- 5) -174.5 дБн/Гц
- 6) -175 дБн/Гц
- 7) -175.5 дБн/Гц
- 8) -176 дБн/Гц
- 9) -176.5 дБн/Гц

## 4 Задание 4

Колебание синтезировано с помощью кольца ФАПЧ (Рисунок 2). Частота колебаний опорного генератора (ОГ) 30 МГц. Частота колебаний ГУН 1230 МГц. Известно, что спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте отстройки 1 Гц равна минус 45.8 дБн/Гц для ОГ и плюс 32.8 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  $A_0 = 0.87382$ ,  $\tau = 263.4079\text{мкс}$ .

Крутизна характеристики управления частотой ГУН равна 1.4 МГц/В. Крутизна характеристики фазового детектора 0.9 В/рад.

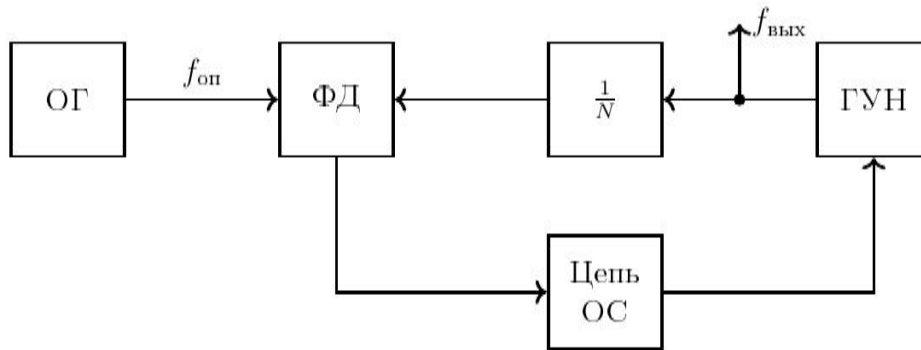


Рисунок 2 – Синтезатор с кольцом ФАПЧ: ОГ - опорный генератор, ГУН - генератор управляемый напряжением, ФД - фазовый детектор, Цепь ОС - цепь обратной связи,  $\frac{1}{N}$  - делитель частоты на  $N$ , причём  $N$  необязательно целое число

На сколько дБ отличается спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте отстройки 25 кГц колебания той же выходной частоты, но полученного из опорного путём прямого синтеза?

Варианты ОТВЕТА:

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

9) на минус 3 дБ

## 5 Задание 5

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 1160 МГц и спектральную плотность мощности фазового шума на отстройке 100 кГц минус 105 дБрад<sup>2</sup>/Гц. Спектральная плотность мощности фазового шума на отстройке 100 кГц второго колебания равна минус 100 дБн/Гц, а частота его равна 2910 МГц. Чему равна спектральная плотность мощности фазового шума синтезированного колебания на отстройке 100 кГц при описанном выше когерентном синтезе?

Варианты ОТВЕТА:

- 1) -102.4 дБн/Гц
- 2) -101.4 дБн/Гц
- 3) -100.7 дБн/Гц
- 4) -100.1 дБн/Гц
- 5) -99.4 дБн/Гц
- 6) -97.7 дБн/Гц
- 7) -97.1 дБн/Гц
- 8) -96.4 дБн/Гц
- 9) -94.1 дБн/Гц

## 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 7.035 кГц меньше на 2 дБ, чем вклад ГУН. Если исключить эту цепь и замкнуть кольцо, то на той же частоте отстройки вклад ОГ больше на 5.5 дБ, чем вклад ГУН. Известно, что  $C = 9.79$  нФ, а  $R_2 = 1714$  Ом. Чему равно сопротивление другого резистора цепи обратной связи?

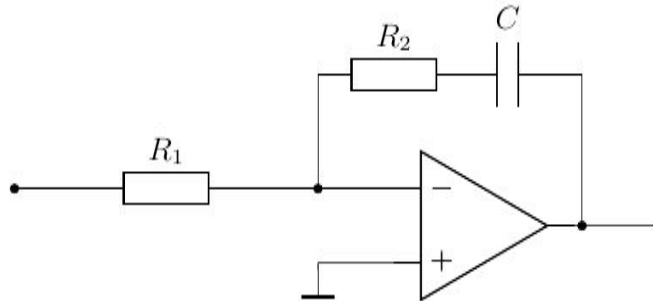


Рисунок 3 – Электрическая схема цепи обратной связи

Варианты ОТВЕТА:

- 1) 6162 Ом
- 2) 6824 Ом
- 3) 7486 Ом
- 4) 8148 Ом
- 5) 8810 Ом
- 6) 9472 Ом
- 7) 10134 Ом
- 8) 10796 Ом
- 9) 11458 Ом