

# ShipinskyKS 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 частотой 6840 МГц имеет равномерную спектральную плотность мощности фазового шума равную минус 157 дБн/Гц. Он был подключён к согласованному линейному усилителю с шумовой температурой плюс 1664 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 источника равна -0.2 дБм?

Варианты ОТВЕТА:

- 1) -154 дБн/Гц
- 2) -154.5 дБн/Гц
- 3) -155 дБн/Гц
- 4) -155.5 дБн/Гц
- 5) -156 дБн/Гц
- 6) -156.5 дБн/Гц
- 7) -157 дБн/Гц
- 8) -157.5 дБн/Гц
- 9) -158 дБн/Гц

## 2 Задание 2

Колебание синтезировано с помощью кольца ФАПЧ (Рисунок 2). Частота колебаний опорного генератора (ОГ) 70 МГц. Частота колебаний ГУН 6260 МГц. Известно, что спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте отстройки 1 Гц равна минус 77.6 дБн/Гц для ОГ и плюс 19.8 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  $A_0 = 36.951$ ,  $\tau = 12.681\text{мкс}$ .

Крутизна характеристики управления частотой ГУН равна 1.5 МГц/В. Крутизна характеристики фазового детектора 0.9 В/рад.

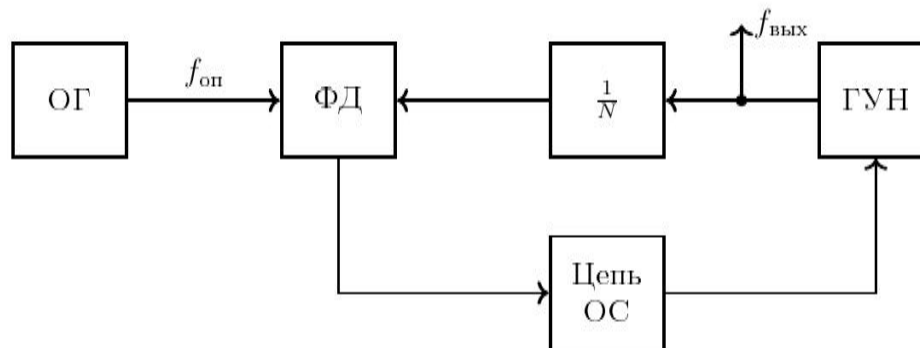


Рисунок 1 – Синтезатор с кольцом ФАПЧ: ОГ - опорный генератор, ГУН - генератор управляемый напряжением, ФД - фазовый детектор, Цепь ОС - цепь обратной связи,  $\frac{1}{N}$  - делитель частоты на  $N$ , причём  $N$  необязательно целое число

На сколько дБ отличается спектральная плотность мощности фазовых шумов на частоте отстройки 266 кГц колебания той же выходной частоты, но полученного из опорного путём прямого синтеза?

Варианты ОТВЕТА:

- 1) на плюс 1.9 дБ
- 2) на плюс 1.5 дБ
- 3) на плюс 1.1 дБ
- 4) на плюс 0.7 дБ
- 5) на плюс 0.3 дБ
- 6) на минус 0.1 дБ
- 7) на минус 0.5 дБ
- 8) на минус 0.9 дБ
- 9) на минус 1.3 дБ

### 3 Задание 3

Источник колебаний с доступной мощностью  $-2.4$  дБм и частотой  $2210$  МГц имеет равномерную спектральную плотность мощности фазового шума равную минус  $148$  дБн/Гц. Этот источник подключён к согласованному входу анализатора спектра. Какую мощность измерит анализатор спектра на частоте  $2209.992$  МГц, если спектральная плотность мощности его собственных шумов равна минус  $152$  дБм/Гц, а полоса пропускания ПЧ установлена в положение  $1000$  Гц?

Варианты ОТВЕТА:

- 1)  $-118.1$  дБм
- 2)  $-119.8$  дБм
- 3)  $-121.5$  дБм
- 4)  $-123.2$  дБм
- 5)  $-124.9$  дБм
- 6)  $-126.6$  дБм
- 7)  $-128.3$  дБм
- 8)  $-130$  дБм
- 9)  $-131.7$  дБм

## 4 Задание 4

Колебание синтезировано с помощью кольца ФАПЧ (Рисунок 2). Коэффициент передачи цепи обратной связи частотно независим и равен  $10^{-2}$ , а крутизна характеристики управления частотой ГУН равна 3 МГц/В. Частота колебаний опорного генератора (ОГ) 310 МГц. Частота колебаний ГУН 1700 МГц. Известно, что неприведённые спектральные плотности мощности фазовых шумов двух генераторов равны на частоте отстройки 0.5 МГц. Наклон спектральной плотности мощности фазовых шумов ОГ равен минус 20 дБ/декада, а фазовых шумов ГУН минус 30 дБ/декада. Также известно, что вклад ОГ в фазовые шумы выходного синтезированного колебания на частоте отстройки 35 кГц на 1.5 дБ меньше, чем вклад ГУН. Чему равна крутизна характеристики фазового детектора?

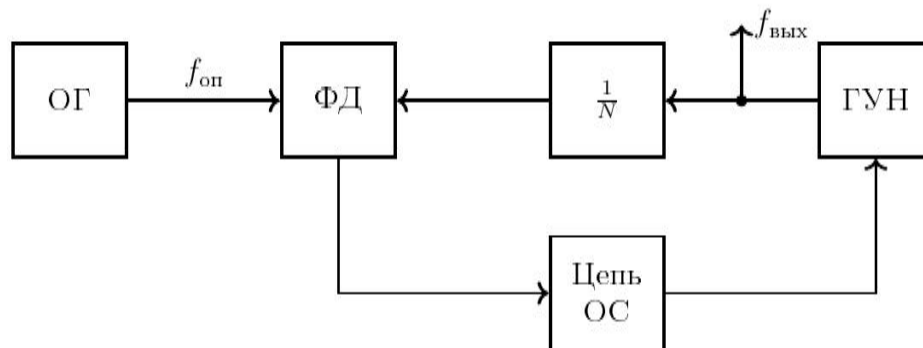


Рисунок 2 – Синтезатор с кольцом ФАПЧ: ОГ - опорный генератор, ГУН - генератор управляемый напряжением, ФД - фазовый детектор, Цепь ОС - цепь обратной связи,  $\frac{1}{N}$  - делитель частоты на  $N$ , причём  $N$  необязательно целое число

Варианты ОТВЕТА:

- 1) 3.71 В/рад
- 2) 4.08 В/рад
- 3) 4.45 В/рад
- 4) 4.82 В/рад
- 5) 5.19 В/рад
- 6) 5.56 В/рад
- 7) 5.93 В/рад
- 8) 6.30 В/рад
- 9) 6.67 В/рад

## 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 1300 МГц и спектральную плотность мощности фазового шума на отстройке 100 кГц минус 128 дБрад<sup>2</sup>/Гц . Спектральная плотность мощности фазового шума на отстройке 100 кГц синтезированного колебания равна минус 130 дБн/Гц, а частота его равна 1460 МГц. Чему равна спектральная плотность мощности фазового шума второго колебания на отстройке 100 кГц при описанном выше некогерентном синтезе?

Варианты ОТВЕТА:

- 1) -152.2 дБн/Гц
- 2) -149.2 дБн/Гц
- 3) -146.2 дБн/Гц
- 4) -139.9 дБн/Гц
- 5) -133.9 дБн/Гц
- 6) -130.5 дБн/Гц
- 7) -127.5 дБн/Гц
- 8) -124.5 дБн/Гц
- 9) -121.5 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 8.121 кГц меньше на 1.2 дБ, чем вклад ГУН. Если исключить эту цепь и замкнуть кольцо, то на той же частоте отстройки вклад ОГ больше на 1 дБ, чем вклад ГУН. Известно, что  $C = 4.71$  нФ, а  $R_2 = 3083$  Ом. Чему равно сопротивление другого резистора цепи обратной связи?

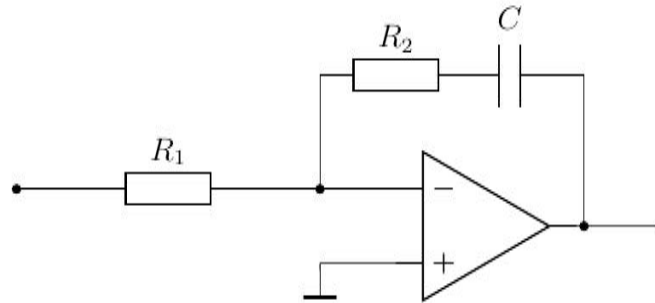


Рисунок 3 – Электрическая схема цепи обратной связи

Варианты ОТВЕТА:

- 1) 4080 Ом
- 2) 4727 Ом
- 3) 5374 Ом
- 4) 6021 Ом
- 5) 6668 Ом
- 6) 7315 Ом
- 7) 7962 Ом
- 8) 8609 Ом
- 9) 9256 Ом