

Рис. 5: 100 Гц.

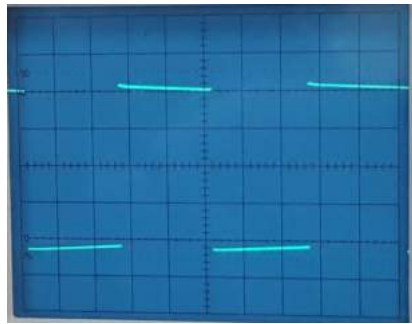


Рис. 6: 200 Гц.

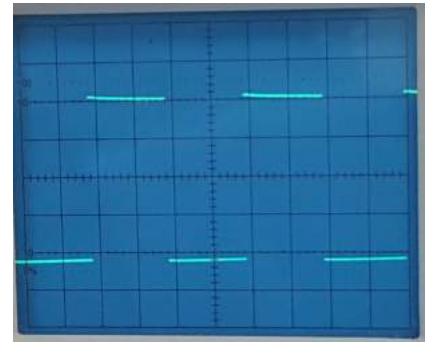


Рис. 7: 500 Гц.

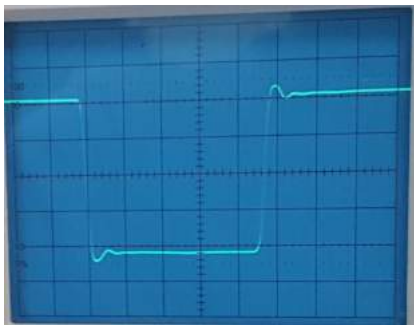


Рис. 8: 500 кГц.

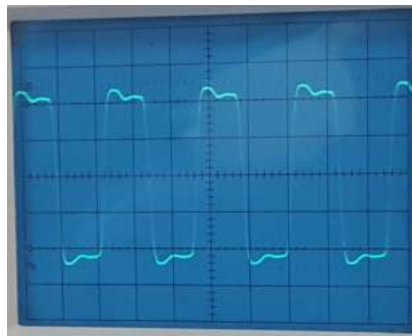


Рис. 9: 2 МГц.

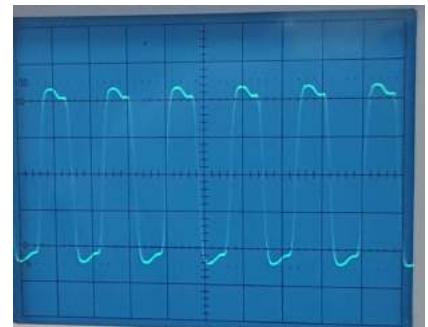


Рис. 10: 3 МГц.

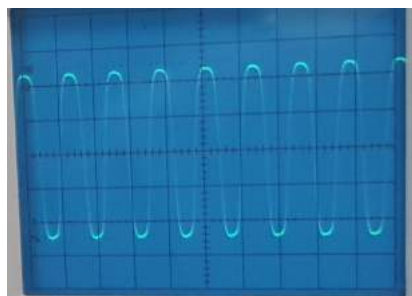


Рис. 11: 4 МГц.

По полученным картинам можно сказать, что наибольшее искажение происходит в диапазонах низких ( $\leq 100$  Гц) и высоких ( $\geq 1$  МГц) частот. Кроме того, полученные картины в достаточно большой степени похожи на картину, предсказанную теоретически (Рис. 4)

Опишем характер изменений:

Для низких частот (Рис. 5) сигнал превращается в некоторое семейство кривых, стремящихся к оси времени, и имеющих пик слева. Кривые довольно плавные, однако при повышении частоты стремление кривой к оси уменьшается, начинает формироваться ступень. Для частот порядка 500 Гц кривые практически полностью становятся отрезками прямых, имеющих незначительный наклон к оси времени. (Рис. 7).

Для средних частот картина довольно хорошо описывается теоретическими представлениями об искажении сигнала (Рис. 4).

Для высоких частот наблюдается сглаживание ломанной, ступенчатой кривой. Как видно на Рис. 11 для больших частот сигнал уже мало похож на ступенчатую ломанную.

## 2.5 Измерение разности фазово-частотных характеристик каналов осциллографа.

Проведем измерение разности фаз входящих сигналов. Для подготовки к измерениям выполним следующие действия:

1. Подадим синусоидальный сигнал частотой  $f = 1$  кГц с помощью тройника на каналы X и Y. Внутреннюю развертку включим в режим X-Y. В этом режиме отклонение луча на экране пропорционально подаваемым на каналы напряжениям

$$Y(t) = k_y U_y(t); \quad X(t) = k_x U_x(t);$$

где коэффициенты масштаба  $k_x$ ,  $k_y$  определяются положениями ручек VOLTS/DIV.

2. Используя ручки VOLTS/DIV получим на экране вырожденный эллипс, направленный под углом  $45^\circ$  к оси X.
3. Изменяя частоту генератора  $f$  во всем доступном диапазоне найдем участки, на которых изображение на экране переходит из отрезка в невырожденный эллипс. На этих участках проведем подробное измерение разности фаз  $\Delta\phi(f)$  между каналами X и Y в зависимости от частоты.

Траектория луча на экране представляет собой эллипс (Рис. 12), который можно описать уравнениями:

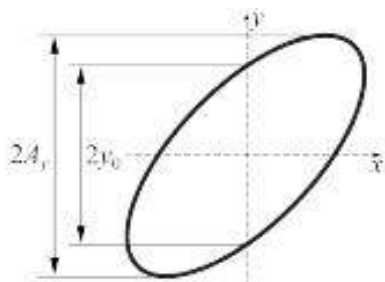


Рис. 12: Устойчивая картина невырожденного эллипса на экране осциллографа.

$$x(t) = A_x \sin(\omega t + \phi_x); \quad y(t) = A_y \sin(\omega t + \phi_y)$$

Разность фаз  $\Delta\phi = \phi_x - \phi_y$  можно вычислить с помощью формулы:

$$\sin |\Delta\phi| = \left| \frac{y_0}{A} \right|$$

Тогда для определения  $\Delta\phi$  получаем формулы:

$$\Delta\phi = \arcsin \left| \frac{y_0}{A} \right|$$

$$\Delta\phi = \pi - \arcsin \left| \frac{y_0}{A} \right|$$

4. Результаты измерений занесем в таблицы 5, 6. По результатам измерений построим график. (Рис. 13).