



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**"МИРЭА – Российский технологический университет"**

**РТУ МИРЭА**

---

Институт искусственного интеллекта

Кафедра автоматических систем

**ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2**

**по дисциплине**

**«Сети и системы передачи информации»**

Выполнил студент группы ККСО – 02 -20

Шинкарев  
Михаил Сергеевич

Принял

Ниженец  
Татьяна Владимировна

Москва 2023

**Лабораторная работа №1**  
**«ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ПРОВОДНЫХ**  
**ЛИНИЯХ СВЯЗИ»**

**Цель работы:** экспериментальное подтверждение волновых процессов в проводных линиях связи, используемых в качестве физической среды при организации каналов передачи данных и приобретение практических навыков постановки и проведения исследований.

## Практическая часть

Исследовать модель линии связи с распределенными параметрами в режиме бегущей волны

а)

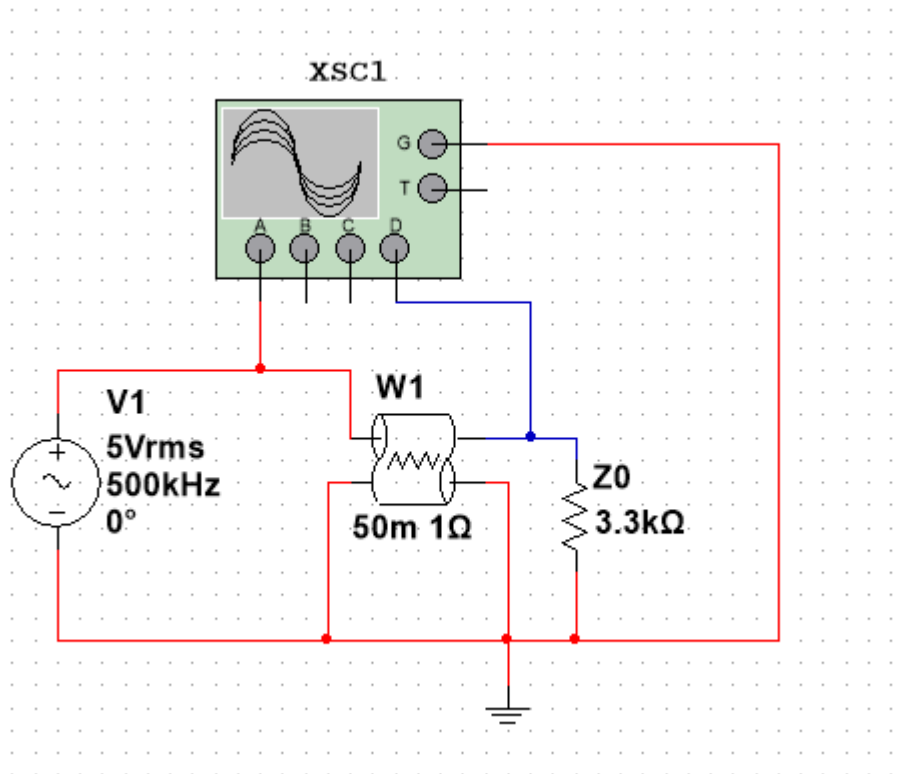


Рисунок 1 - Линия связи с потерями в режиме бегущей волны

б) Определить значения параметров  $Z_0$ ,  $C$  и  $G$  и ввести их в диалоговые окна установок параметров элементов схемы:

$$c = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{L c^2} = \frac{1}{11,11 * 10^{-6} * 3 * 10^8} = \frac{1}{3333} \approx 0,0003 \text{ Ф}$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{11,11 * 10^{-6}}{0,0003} \approx 0,1 \text{ Ом (Волновое сопротивление)}$$

$$\frac{R}{L} = \frac{G}{C} \Rightarrow G = \frac{RC}{L}$$

$$\text{Для } R=1: G = \frac{1 * 0,0003}{11,11 * 10^{-6}} = 27 \text{ См/м}$$

$$\text{Для } R=10: G = \frac{10 * 0,0003}{11,11 * 10^{-6}} = 270 \text{ См/м}$$

в) Включить питание модели, настроить осциллограф на индикацию 1-го или 2-х периодов исследуемых сигналов:

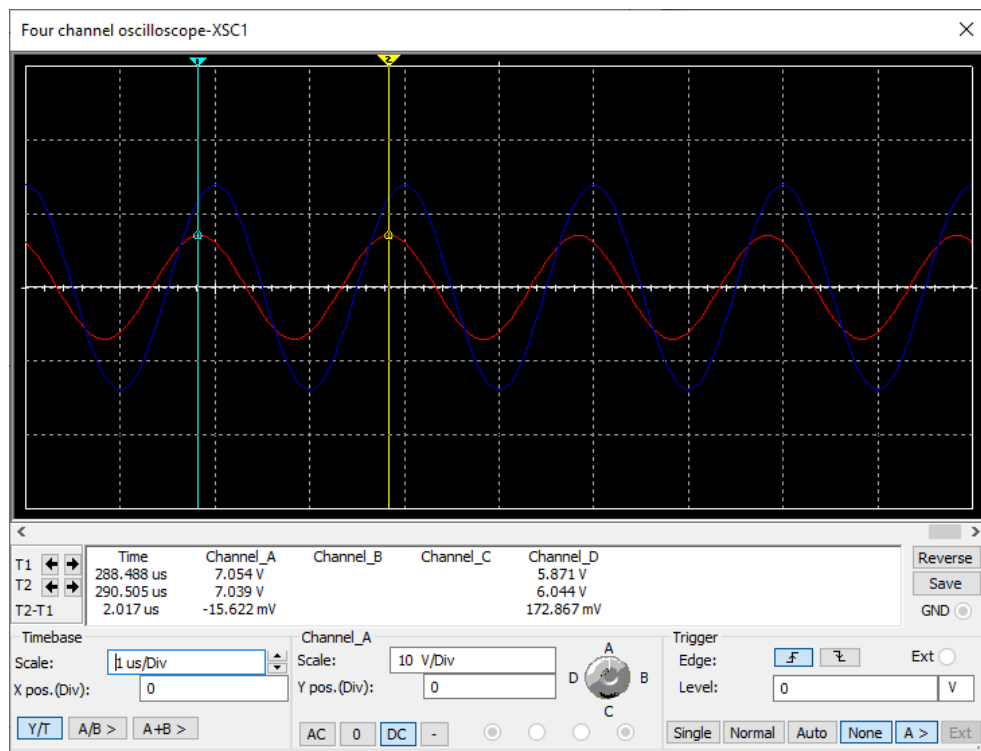


Рисунок 2 - Показания осциллографа при  $F = 500$  кГц

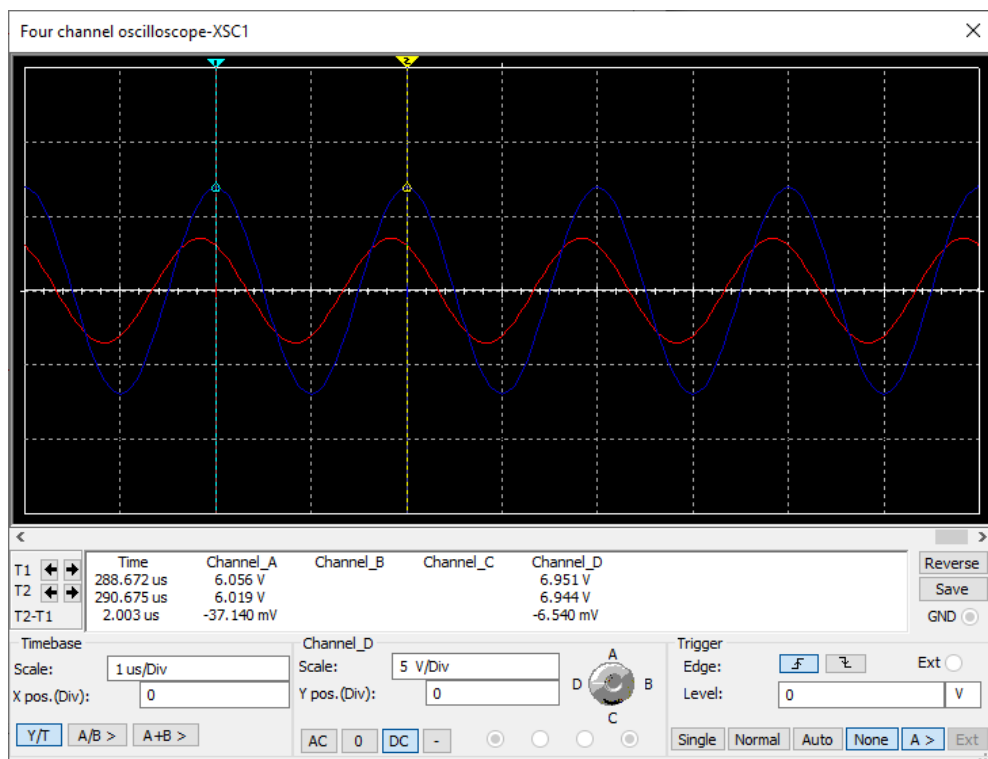


Рисунок 3 - Показания осциллографа при  $F = 500$  кГц

г) Исследовать модель линии связи для 2-3 частот входного сигнала (например, 500 кГц и 800 кГц):

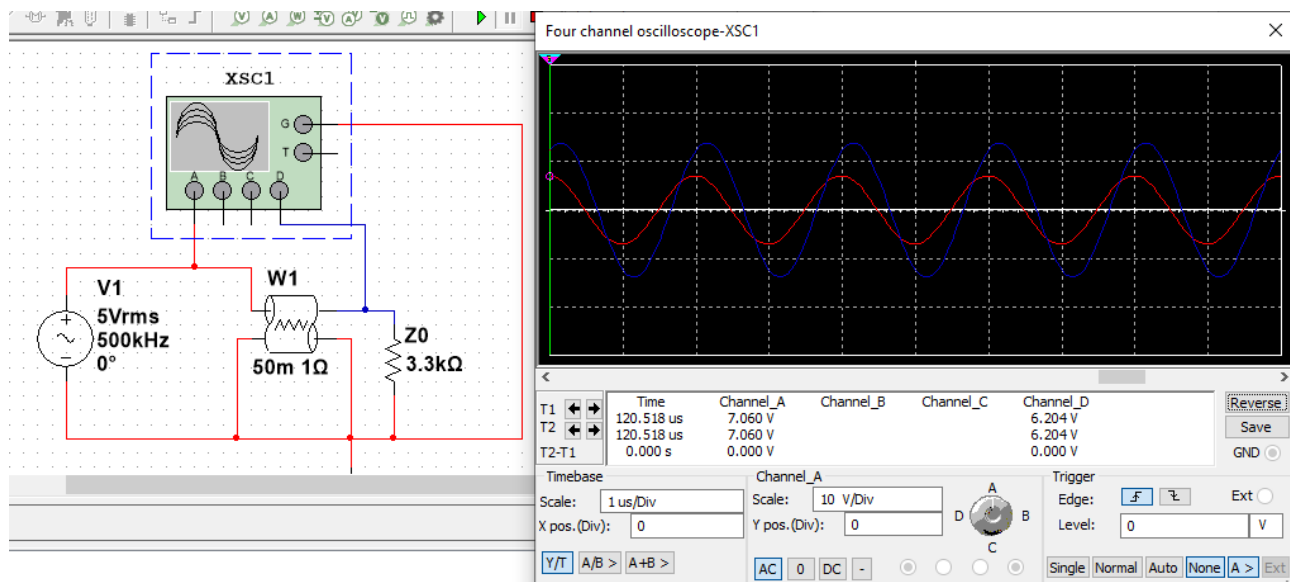


Рисунок 4 - Показания осциллографа при  $F = 500$  кГц

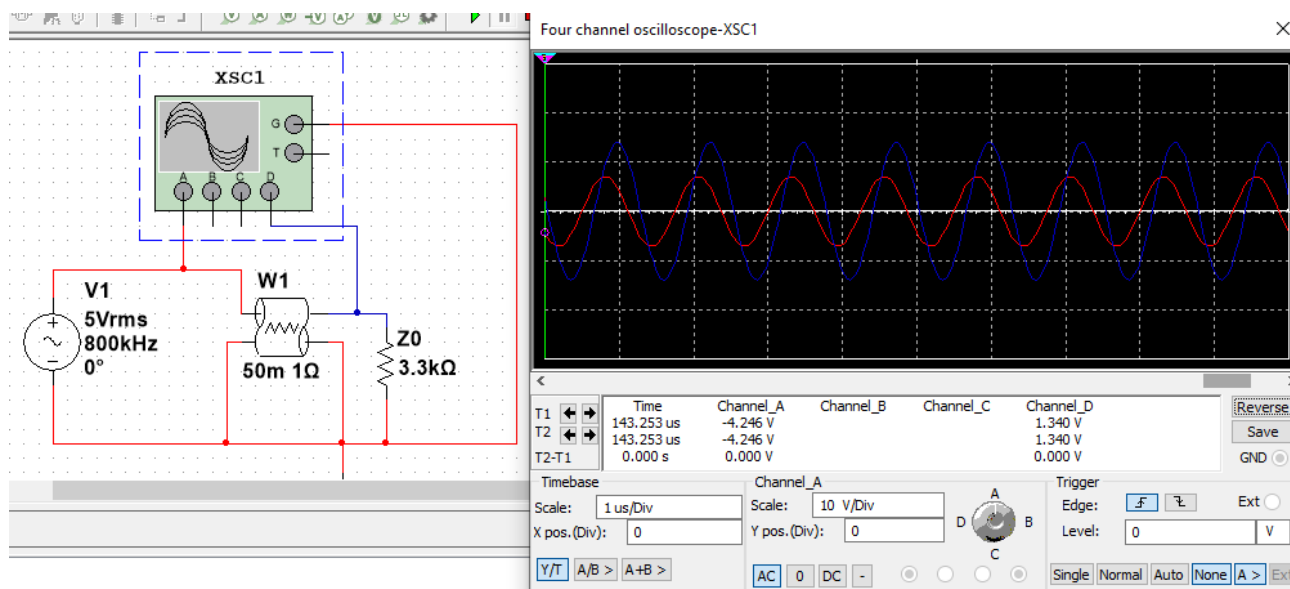


Рисунок 5 - Показания осциллографа при  $F = 800$  кГц

д) Провести моделирование схемы при  $R=10 \text{ Ом/м}$  при выполнении условия неискажающей линии

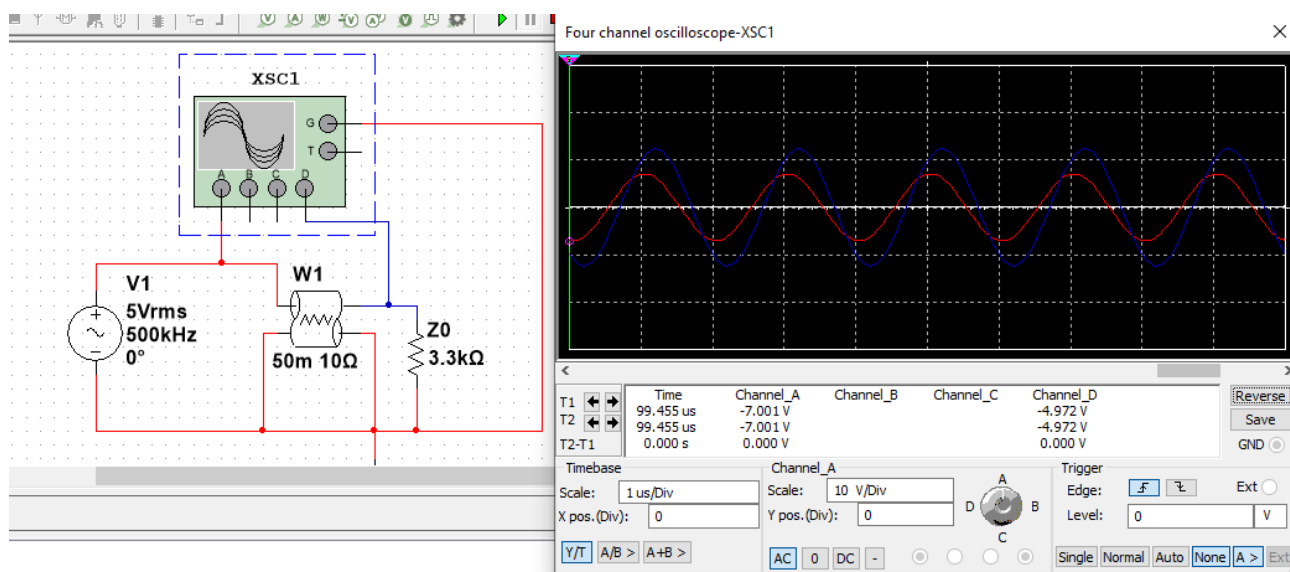


Рисунок 6 - Показания осциллографа при  $R = 10 \text{ Ом/м}$ ,  $F = 500 \text{ кГц}$

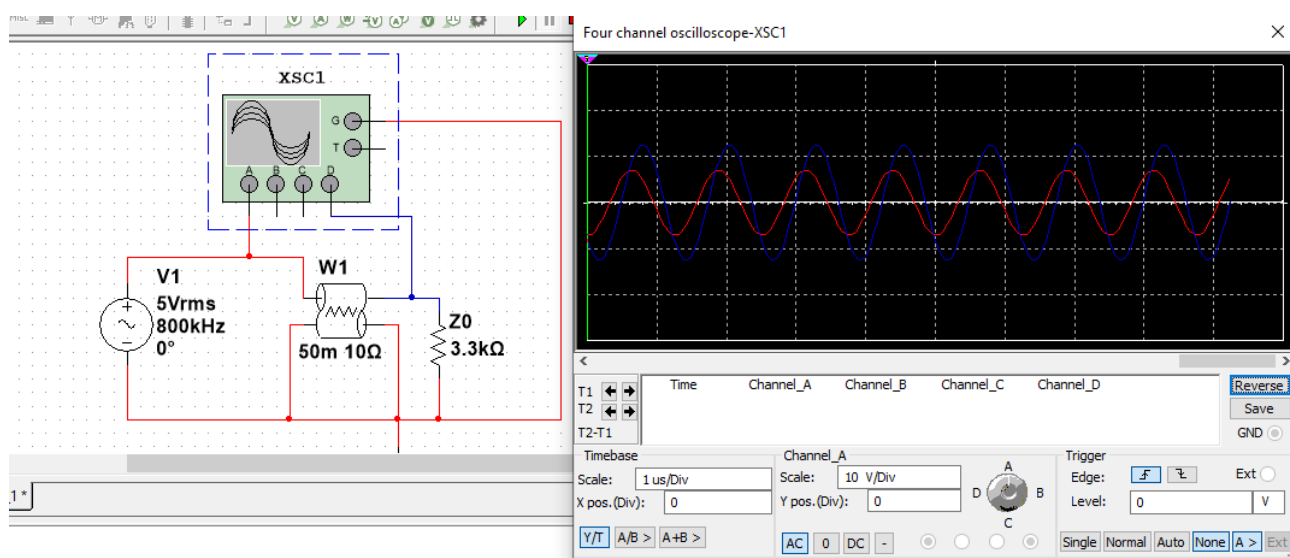


Рисунок 7 - Показания осциллографа при  $R = 10 \text{ Ом/м}$ ,  $F = 800 \text{ кГц}$

е) Из полученных в результате моделирования осциллограмм нужно определить:

1. Запаздывание входного сигнала, относительно выходного ( $T_2 - T_1$ ):

а) 500 кГц.  $R = 1 \text{ Ом}$ .  $T_2 - T_1 = 156 \text{ ns}$

б) 800 кГц.  $R = 1 \text{ Ом}$ .  $T_2 - T_1 = 170 \text{ ns}$

в) 500 кГц.  $R = 10 \text{ Ом}$ .  $T_2 - T_1 = 142 \text{ ns}$

г) 800 кГц.  $R = 10 \text{ Ом}$ .  $T_2 - T_1 = 184 \text{ ns}$

2. Запаздывание выходного сигнала относительно входного на длину линии в режиме бегущей волны  $\beta = 2\pi f(T_2 - T_1)$ .

а)  $\beta = 2\pi \cdot 156 = 312\pi$

б)  $\beta = 2\pi \cdot 170 = 340\pi$

в)  $\beta = 2\pi \cdot 142 = 284\pi$

г)  $\beta = 2\pi \cdot 184 = 368\pi$

3. Амплитуды входного  $U_i$  и выходного напряжений  $U$ :

а) 500 кГц.  $R = 1 \text{ Ом}$ .  $u_{\text{вх.1}} = 7 \text{ V}$ ,  $u_{\text{вых.1}} = 6 \text{ V}$

б) 800 кГц.  $R = 1 \text{ Ом}$ .  $u_{\text{вх.1}} = 7 \text{ V}$ ,  $u_{\text{вых.1}} = 4,8 \text{ V}$

в) 500 кГц.  $R = 10 \text{ Ом}$ .  $u_{\text{вх.1}} = 7 \text{ V}$ ,  $u_{\text{вых.1}} = 6,1 \text{ V}$

г) 800 кГц.  $R = 10 \text{ Ом}$ .  $u_{\text{вх.1}} = 7 \text{ V}$ ,  $u_{\text{вых.1}} = 5.2 \text{ V}$

4. Получить теоретически:  $\alpha$  и  $\beta \cdot l$  – по формуле (2).

$$\alpha = \sqrt{RG} = \sqrt{1 \cdot 27} = 5,2 - \text{Для } R = 1 \text{ Ом.}$$

$$\alpha = \sqrt{RG} = \sqrt{10 \cdot 27} = 16,4 - \text{Для } R = 10 \text{ Ом.}$$

$$\beta \cdot l = l\omega\sqrt{LC} = 50\sqrt{11,11 \cdot 10^{-6} \cdot 0,0003} = 0,0003$$

ё) При увеличении сопротивления падает выходное напряжение, а при увеличении частоты падает входное напряжение.

## Исследовать модель линии связи с распределенными параметрами в режиме несогласованной разомкнутой линии

а)

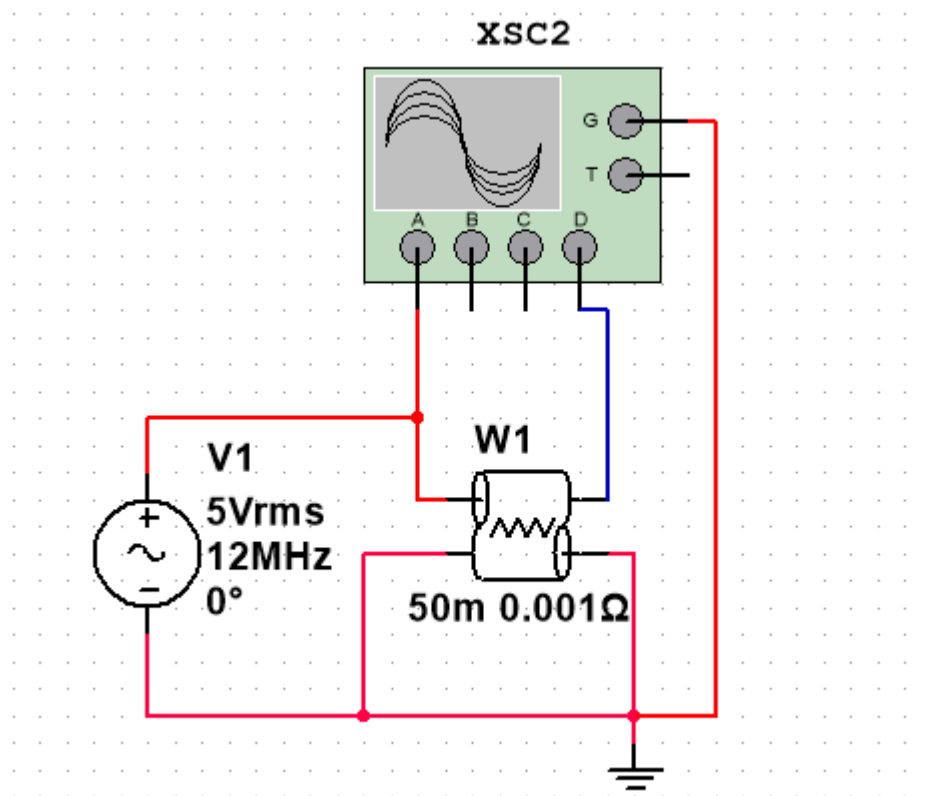


Рисунок 8 – Линия связи в режиме несогласованной разомкнутой линии

б)

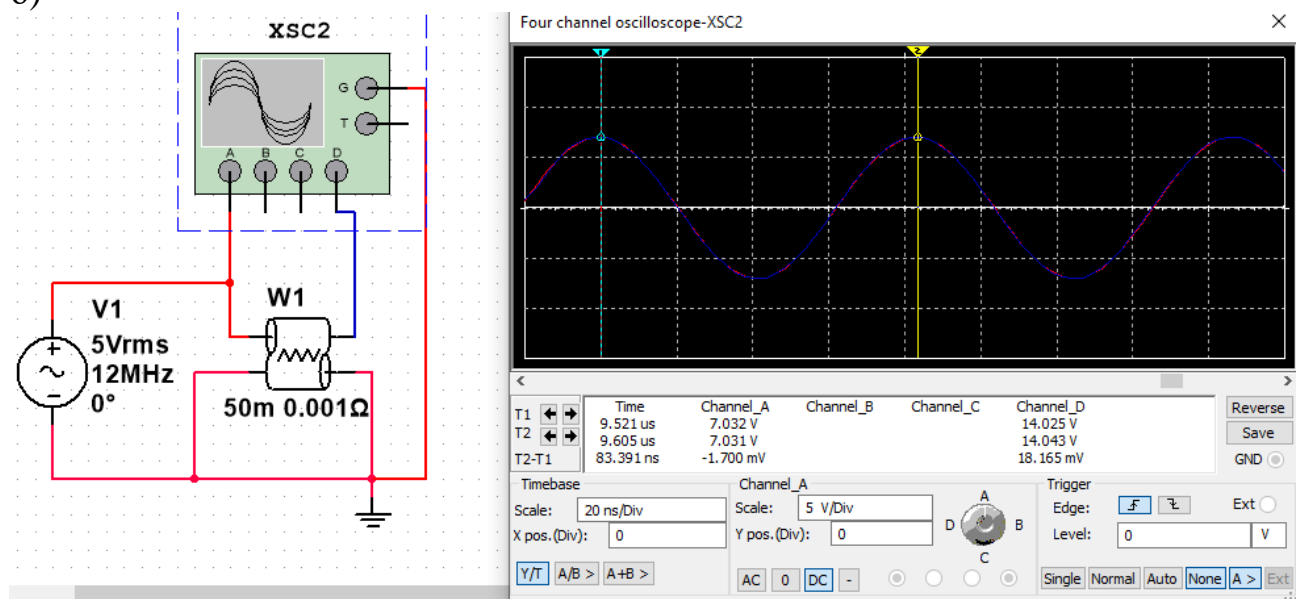


Рисунок 9 – Показания осциллографа



Из полученных осциллограмм определить:

1. Запаздывание выходного сигнала относительно входного ( $T_2 - T_1$ ):

$$T_2 - T_1 = 0$$

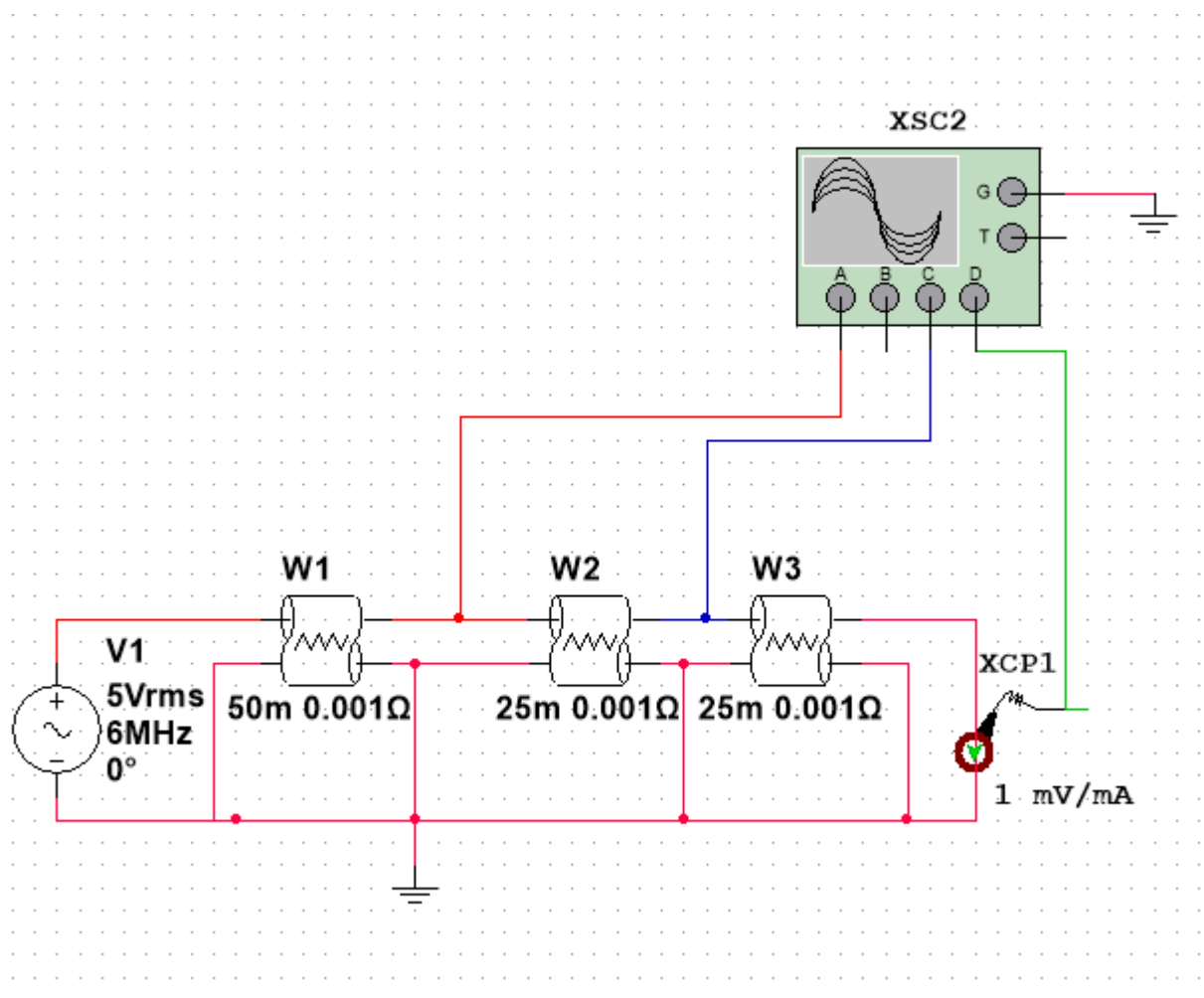
2. Амплитуды входного  $U_i$  и выходного напряжений  $U$ :

$$u_{\text{вх.1}} = 7 \text{ V}, u_{\text{вых.1}} = 7 \text{ V}$$

в) Потерь при проходе из выходного, до входного канала не наблюдается

**Исследовать модель линии связи с распределенными параметрами в режиме несогласованной замкнутой линии**

а)



**Рисунок 10** – Линия связи в режиме несогласованной замкнутой линии

б)

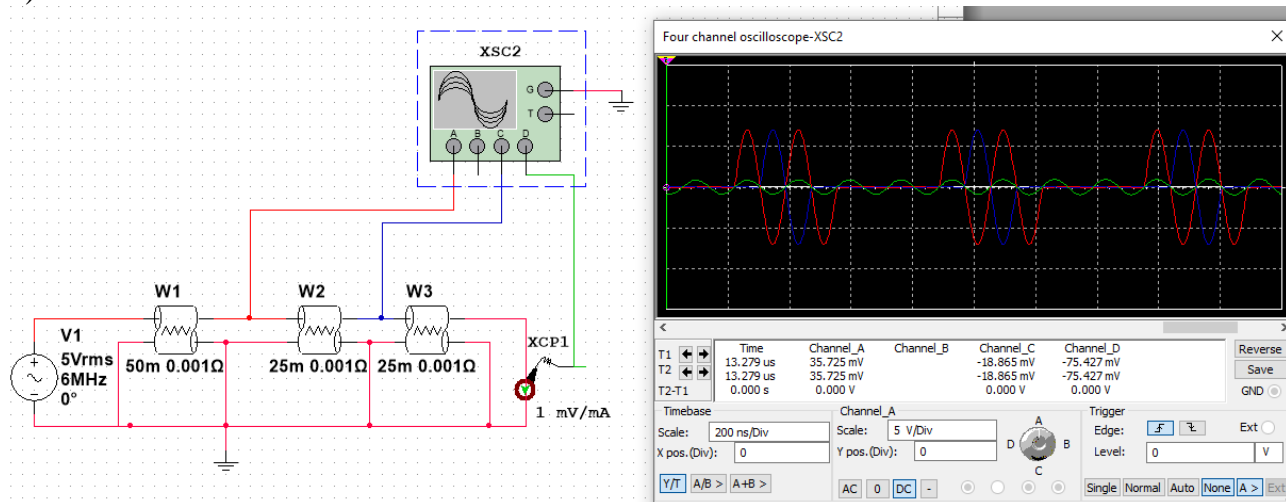


Рисунок 11 – Показания осциллографа

Из полученных осциллограмм определить:

1. Запаздывание выходного сигнала относительно входного ( $T_2 - T_1$ ):

$$T_2 - T_1 = 0$$

2. Амплитуды входного  $U_i$  и выходного напряжений  $U$ :

$$u_{\text{вх.1}} = 88 \text{ mV}, u_{\text{вых.1}} = 13 \text{ mV}$$

В) Происходит сильная потеря напряжения

**Исследовать частотных характеристик модели линии связи с распределенными параметрами в режиме несогласованной линии**

а)

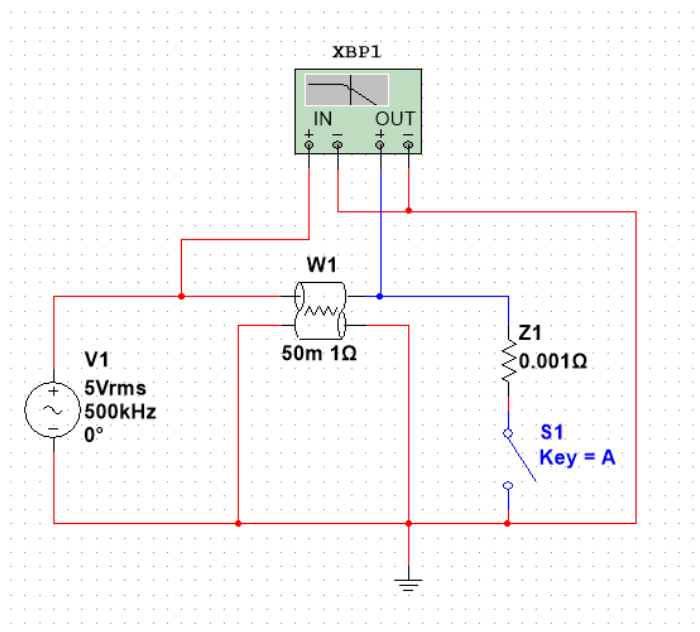
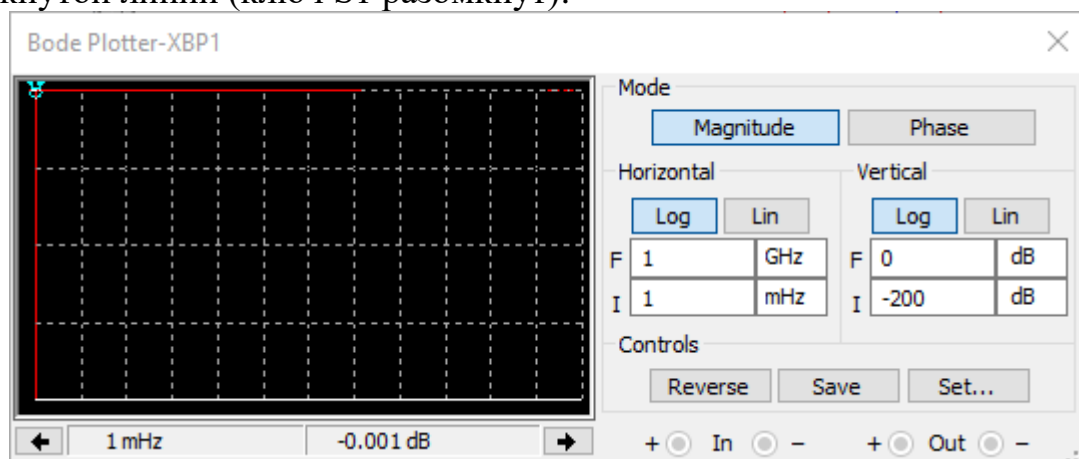


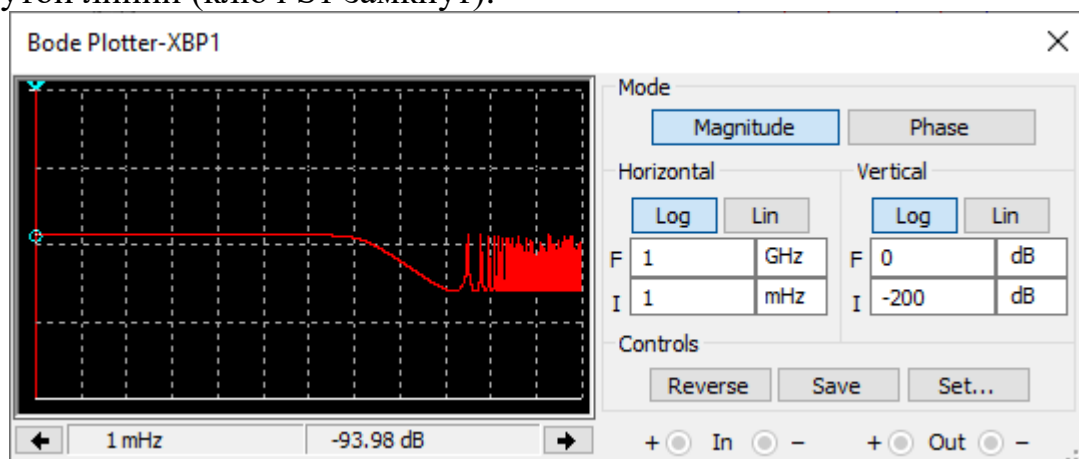
Рисунок 12 – Линия связи в режиме несогласованной линии

б) Зафиксировать показания частотного анализатора (АЧХ и ФЧХ) в режиме разомкнутой линии (ключ S1 разомкнут):



**Рисунок 13** – Показания Плоттер Боде при разомкнутом ключе

в) Зафиксировать показания частотного анализатора (АЧХ и ФЧХ) в режиме замкнутой линии (ключ S1 замкнут):



**Рисунок 14** – Показания Плоттер Боде при замкнутом ключе

г) При замкнутом ключе наблюдается генерация частот в определенном спектре.

## **Вывод**

В ходе работы были исследованы модели линии связи с распределенными параметрами в таких режимах как: режим бегущей волны, режим несогласованной разомкнутой линии, режим несогласованной замкнутой линии и режим несогласованной линии.

Также были экспериментально подтверждены волновые процессы в проводных линиях связи, используемых в качестве физической среды при организации каналов передачи данных.