

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций
Российской Федерации

Уральский технический институт связи и информатики (филиал)
ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет телекоммуникаций и
информатики" в г. Екатеринбурге (УрТИСИ СибГУТИ)

КАФЕДРА
ИТиМС

ОТЧЕТ

По дисциплине «Теория связи»
Лабораторная работа № 1
«Дискретизация и восстановление
Непрерывных сигналов»

Выполнил:

студент гр. ТЕ-116

Морозов В.О.

Проверил:

преподаватель

Потапов Н.С.

Екатеринбург, 2023

1. Цель работы:

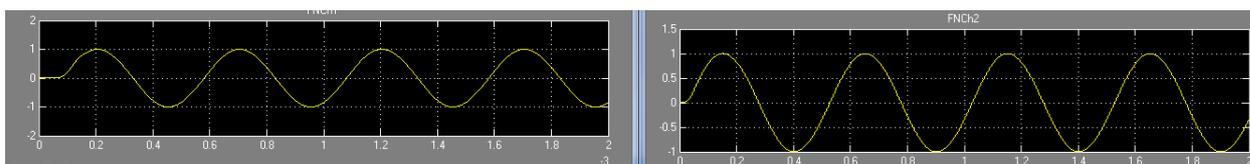
Изучение процессов временной дискретизации аналоговых сигналов и их последующего восстановления с помощью фильтра нижних частот (ФНЧ).

Задание :

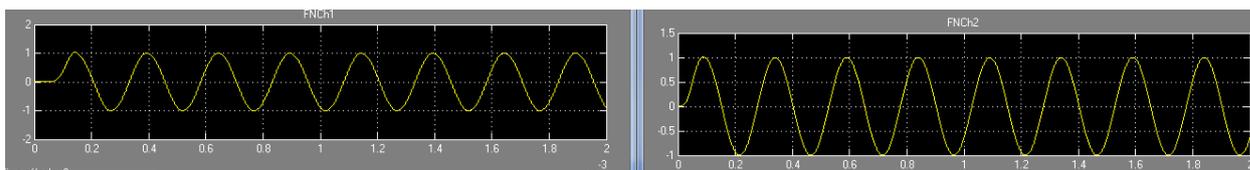
1.1. Перед запуском компьютерной модели следует установить два временных параметра процесса моделирования. Для этого в команде главного меню Simulation (Моделирование) выбрать подкоманду Configuration Parameters (Параметры моделирования) и задать параметру Stop time (Конечное время) значение 0.002, а параметру Max step size (Максимальный шаг интегрирования) – значение $1e-6/10.24$.

1.2. Снять АЧХ фильтров ФНЧ₁ и ФНЧ₂. Для этого дважды щёлкнуть мышкой по переключателю Switch2 и с выхода блока Sine Wave подать на входы фильтров гармонический сигнал амплитудой 1 В с частотой, меняющейся в пределах от 2 до 26 кГц с дискретом 2 кГц. Амплитуду выходного сигнала измерять с помощью осциллографов OutContSignal1 и OutContSignal2.

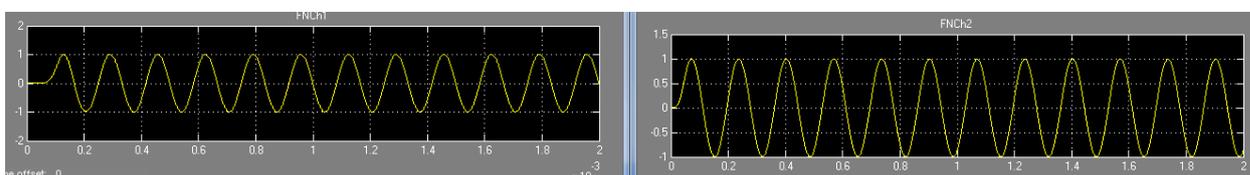
2 кГц



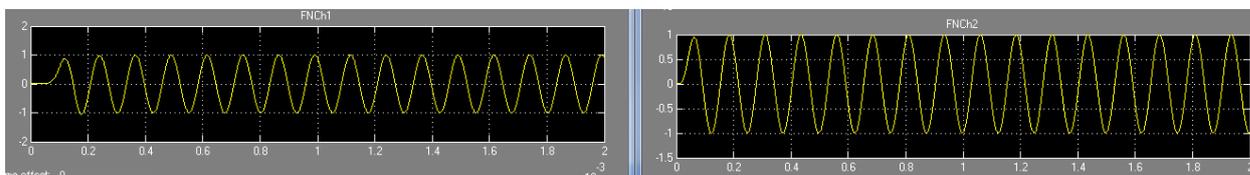
4 кГц



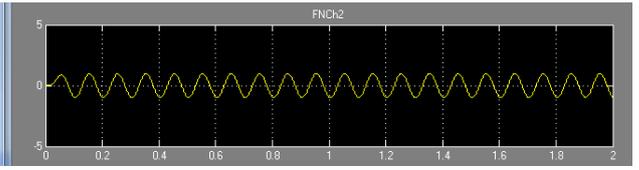
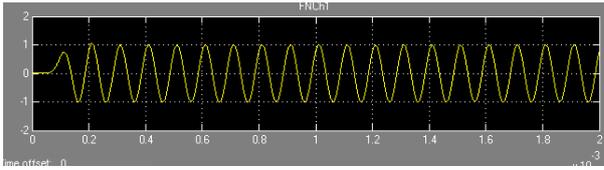
6 кГц



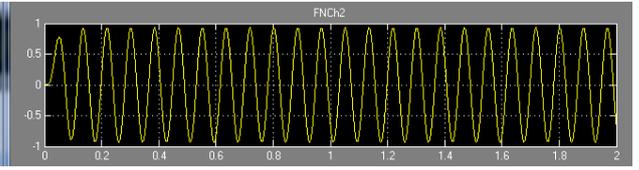
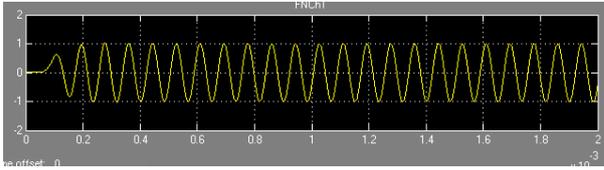
8 кГц



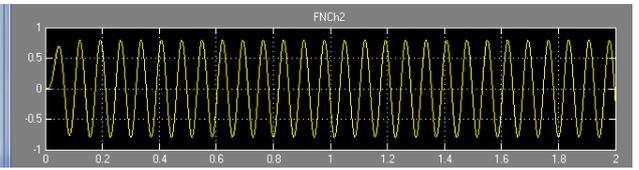
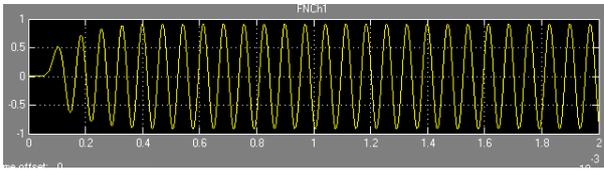
10 кГц



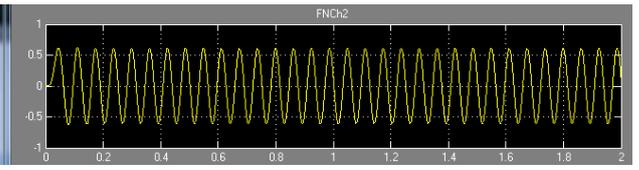
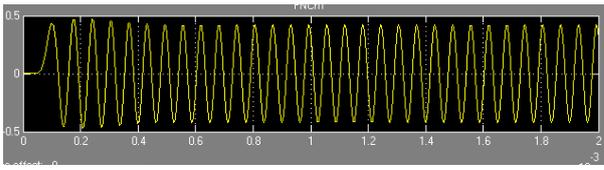
12 кГц



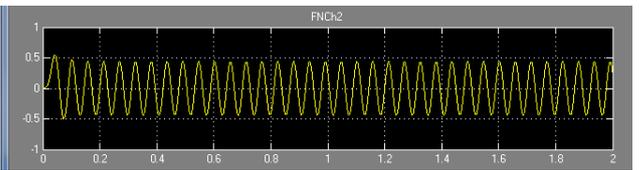
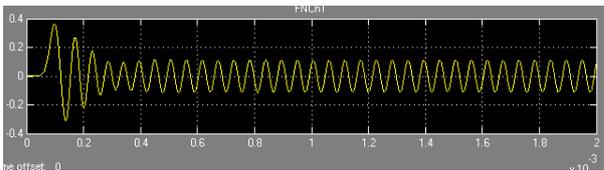
14 кГц



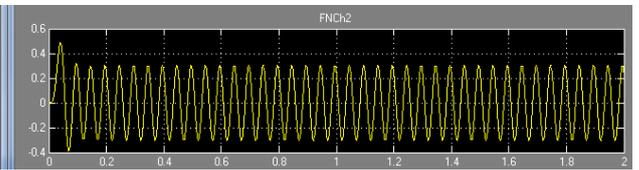
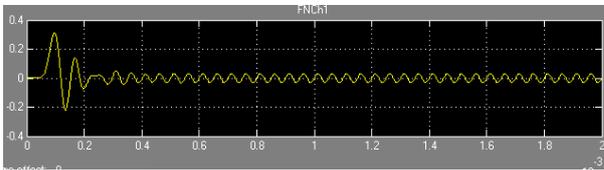
16 кГц



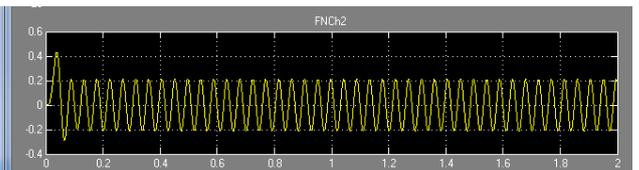
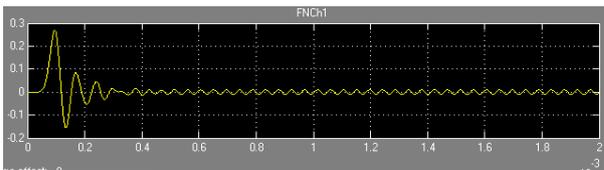
18 кГц



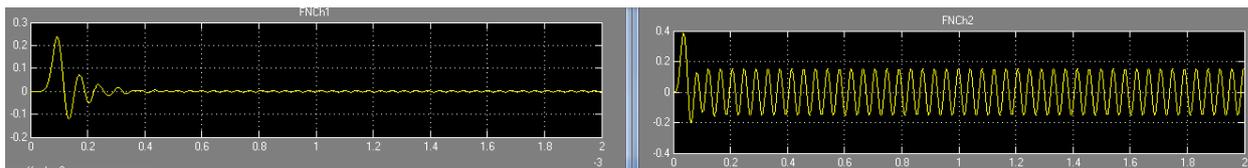
20 кГц



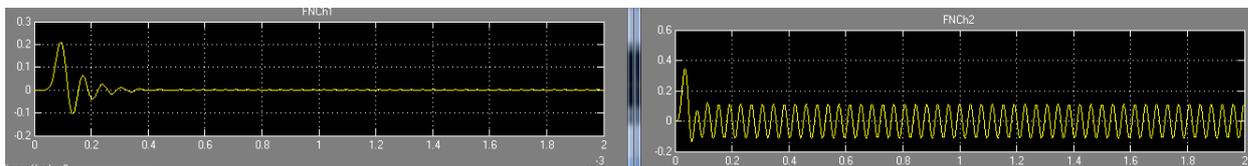
22 кГц



24 кГц

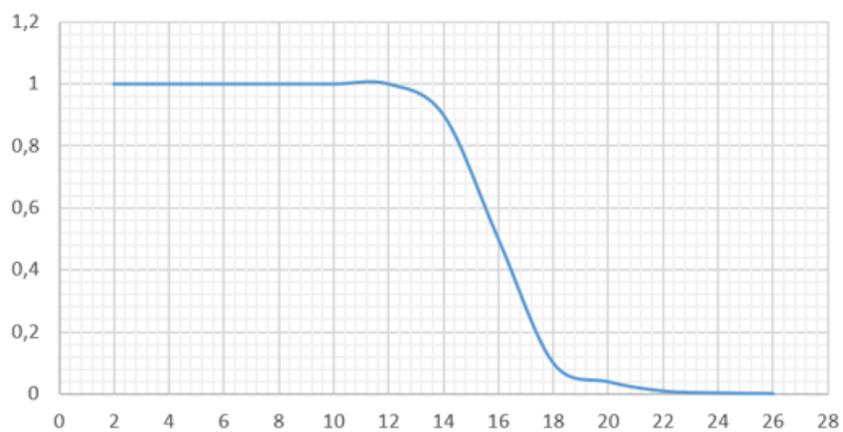


26 кГц

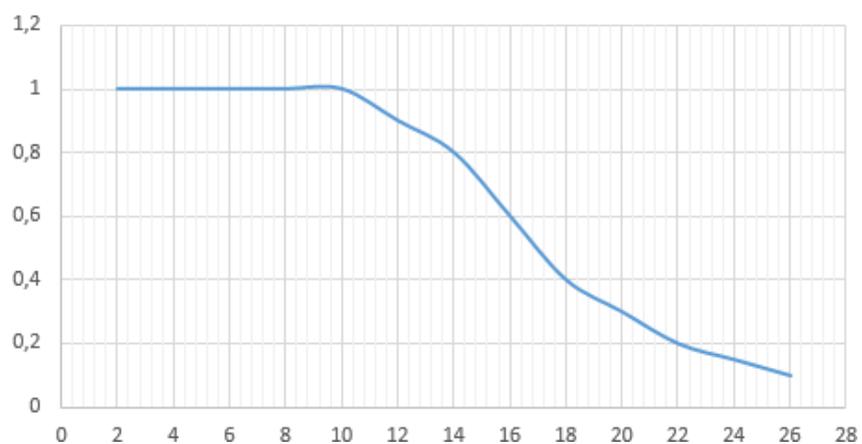


Построить графики АЧХ для каждого из фильтров, определить их частоты среза и оценить степень близости их АЧХ к АЧХ идеального ФНЧ.

ФНЧ₁

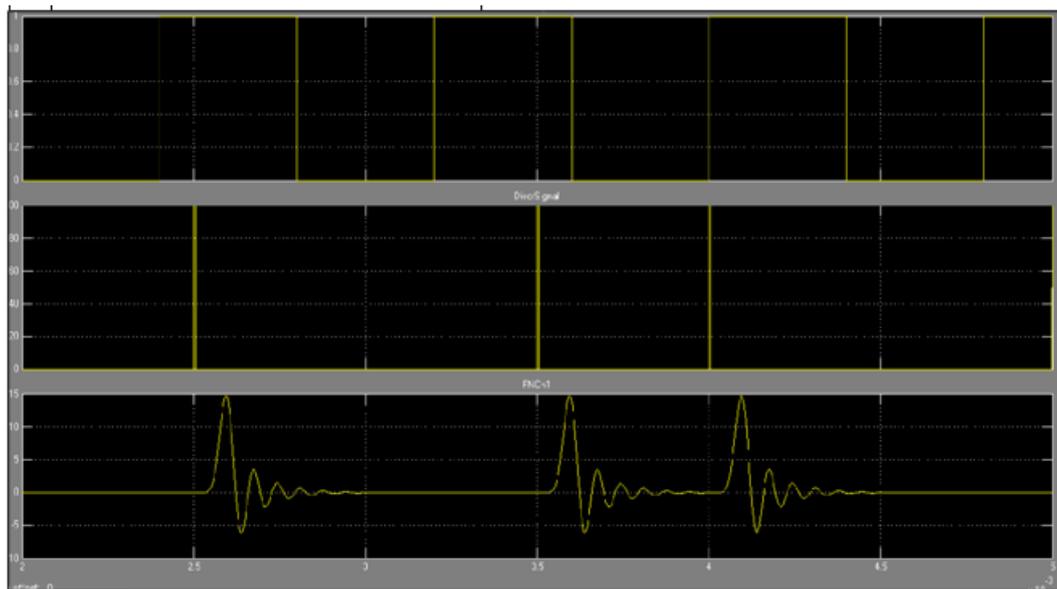


ФНЧ₂

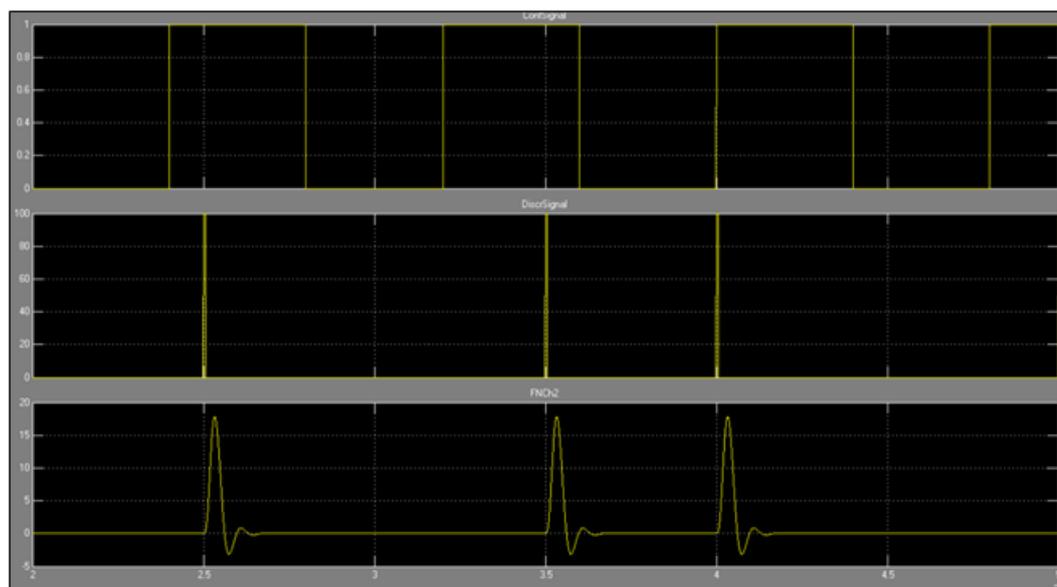


1.3. Исследовать импульсные реакции ФНЧ₁ и ФНЧ₂, подав на входы ФНЧ последовательность коротких импульсов. Для этого сначала установить оба переключателя в нижнее положение, задать для генератора Pulse Generator период (параметр Period), равный 0.8×10^{-3} с, а частоту дискретизации в блоке Discretizator равной 2×10^3 , т.е. 2 кГц.

Зафиксировать графики импульсных реакций с экрана осциллографа в протоколе исследований, построить их в одинаковом масштабе, измерить задержку каждого из сигналов относительно момента подачи импульсов, оценить форму каждого из сигналов с точки зрения ее близости к форме импульсной реакции идеального ФНЧ.



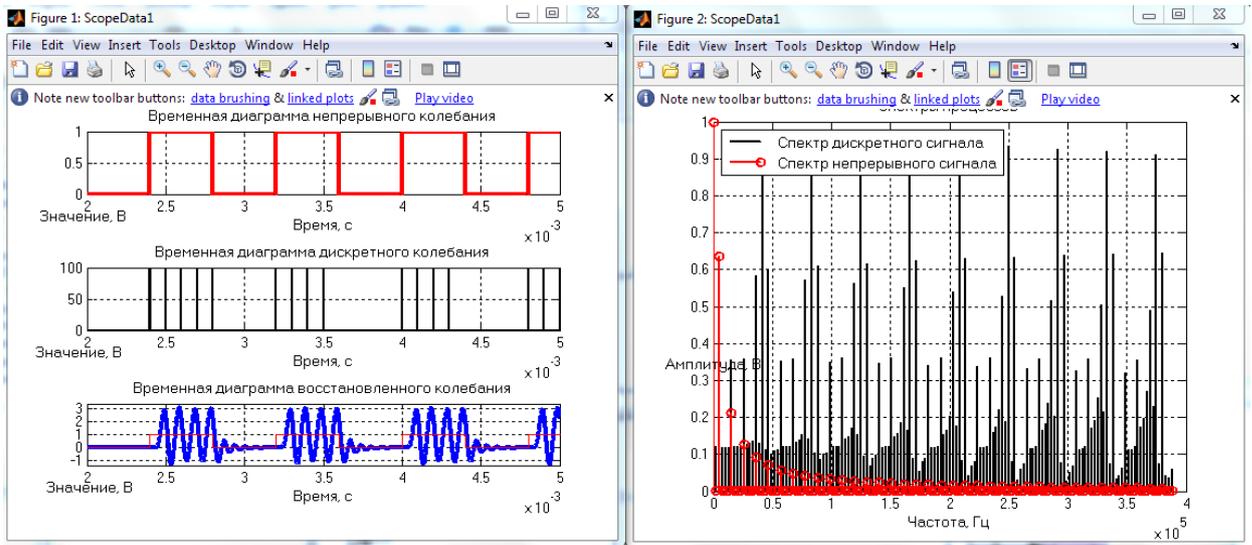
Импульсная реакция ФНЧ 1



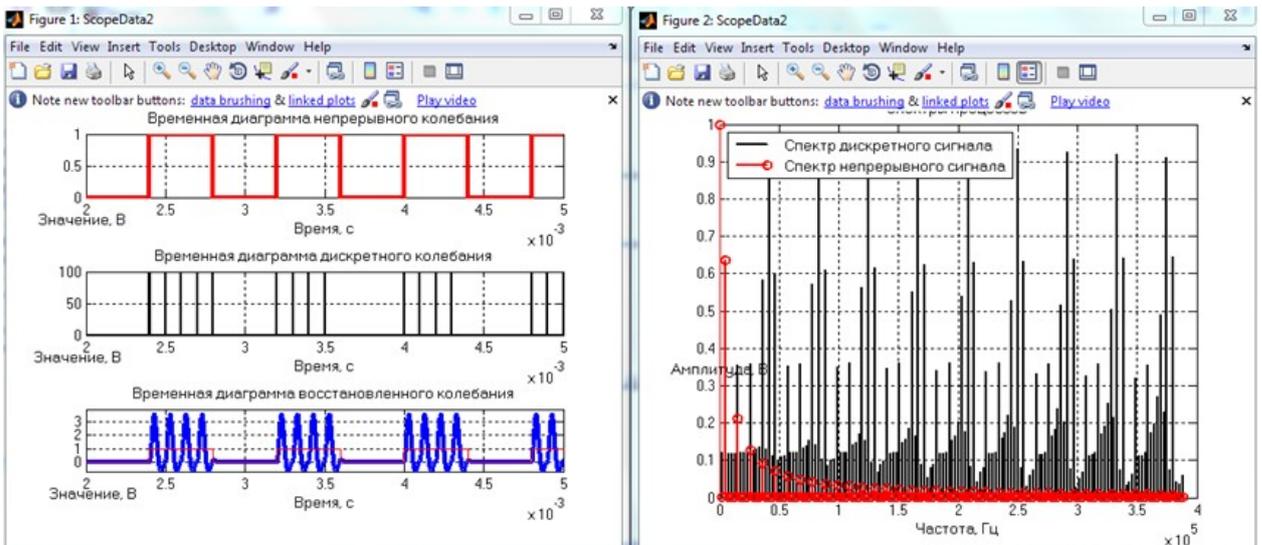
Импульсная реакция ФНЧ 2

На ФНЧ 2 задержка сигнала равна 0.1 мс

1.4. Исследовать процесс дискретизации и восстановления видеоимпульсов длительностью 0.8 мс (параметр Period блока Pulse Generator) на частотах дискретизации 10, 20, 40 и 80 кГц (параметр Frequency digitations блока Discretizator).

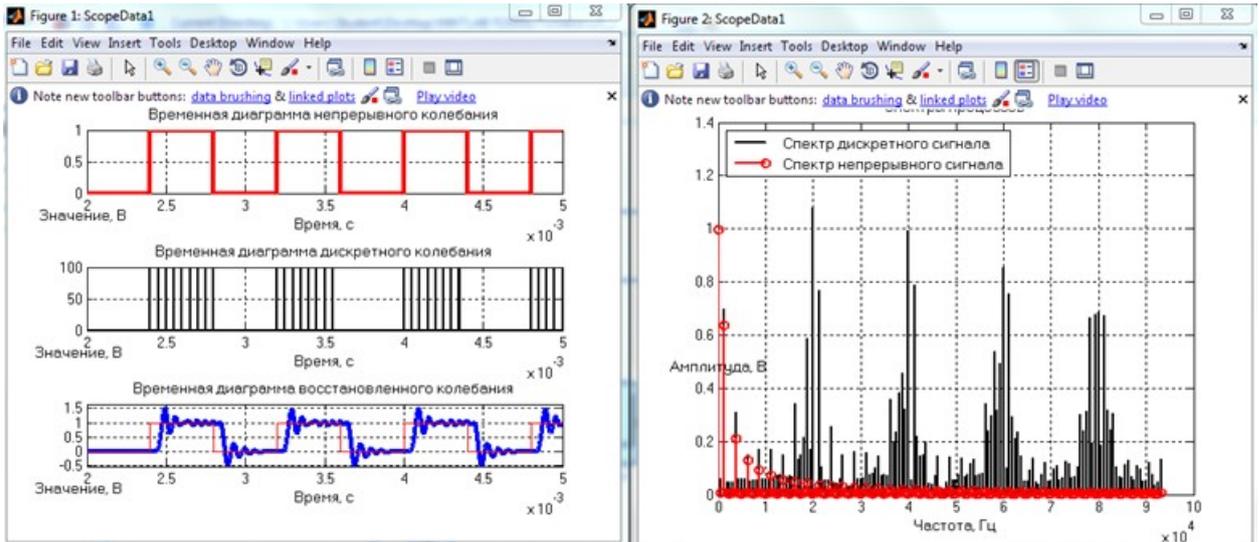


10 кГц Первый фильтр

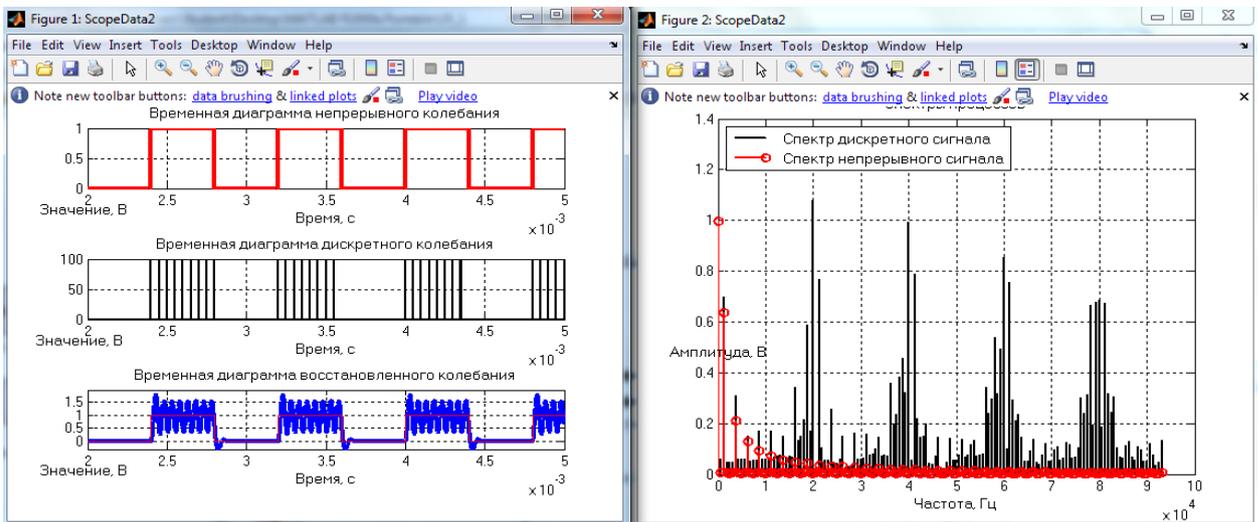


10 кГц Второй фильтр

Измерения с 20кГц

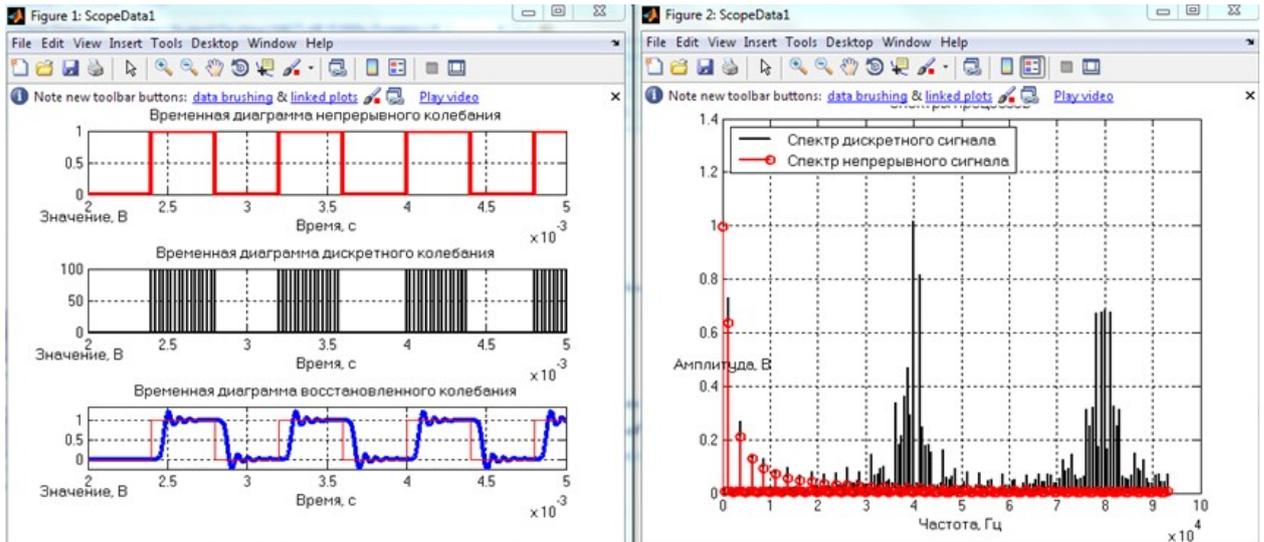


20 кГц Первый фильтр

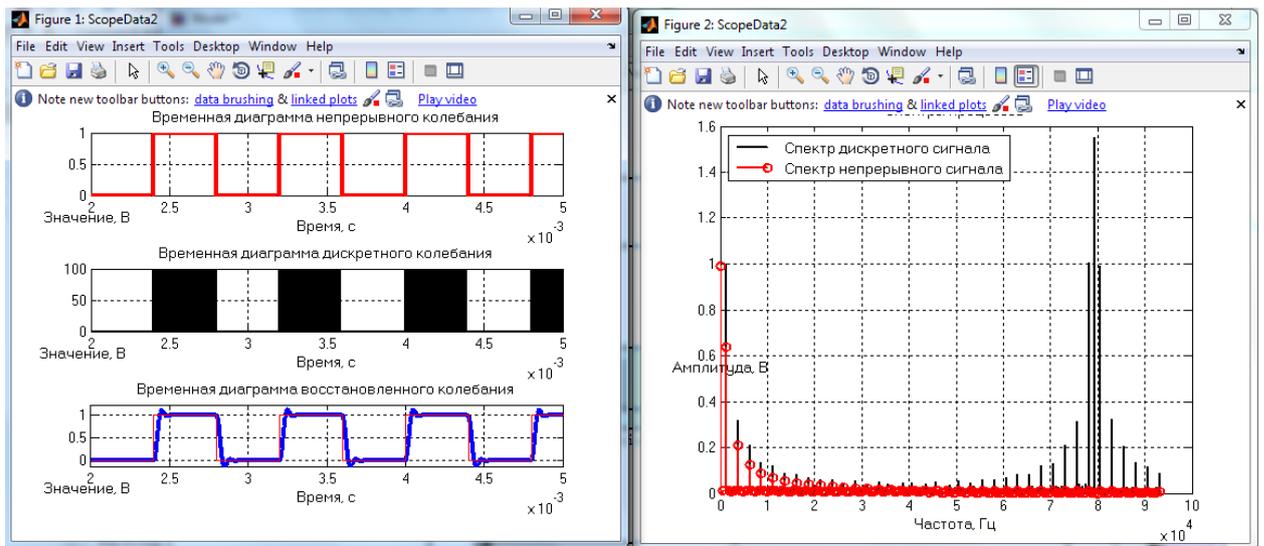


20 кГц Второй фильтр

Измерения с 40 кГц

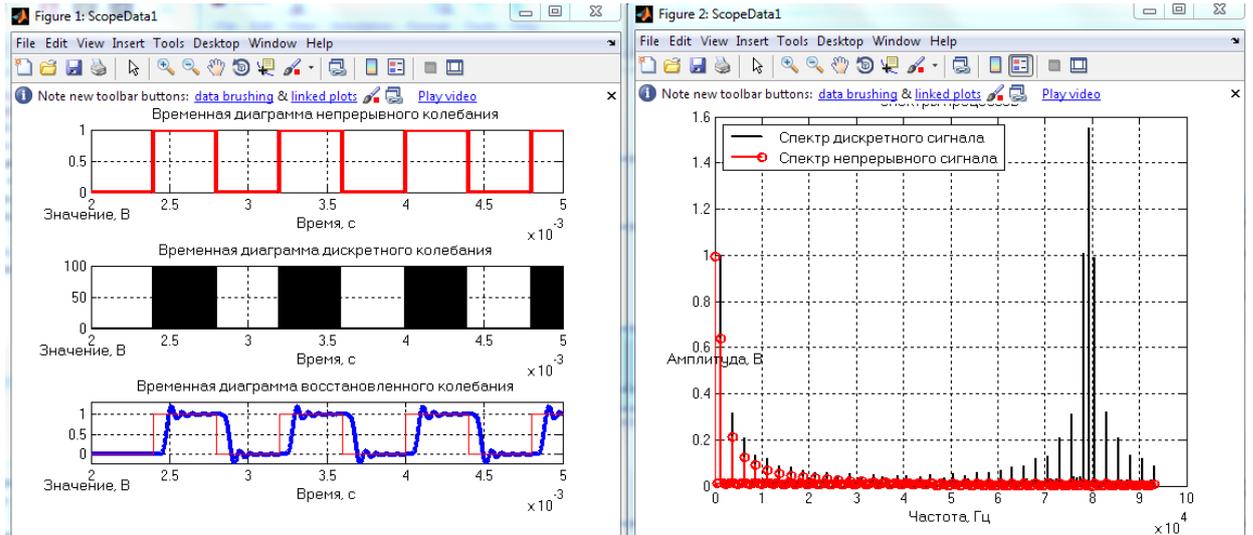


40 кГц Первый фильтр

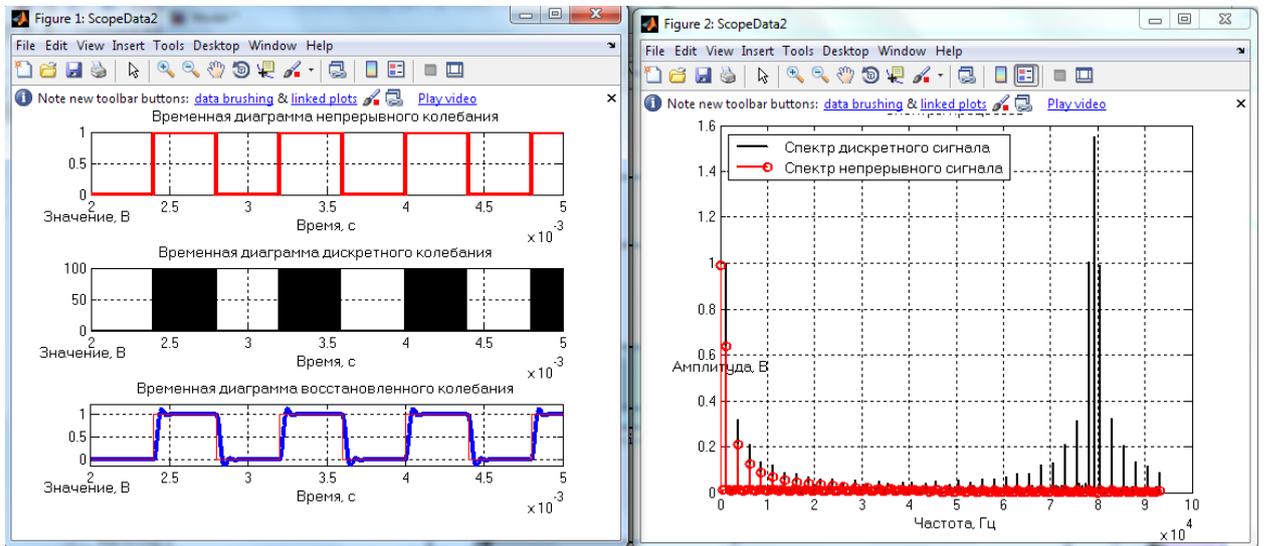


40 кГц Второй фильтр

Измерения с 80 кГц

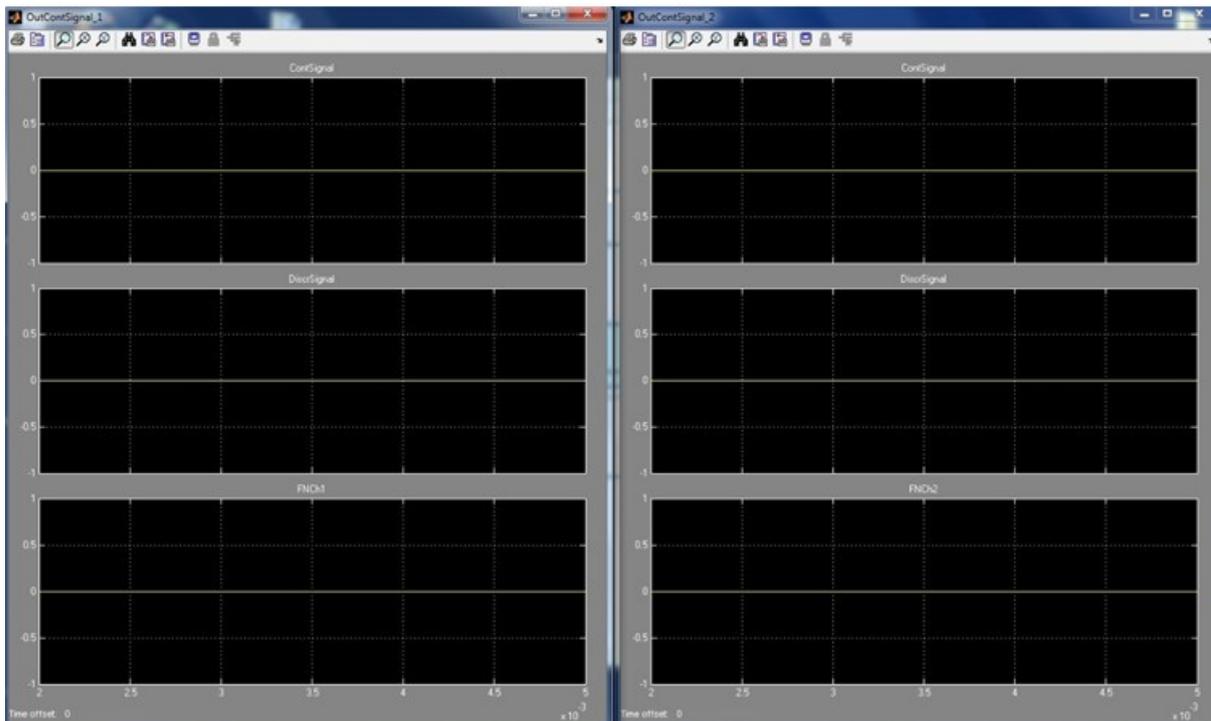


80 кГц Первый фильтр

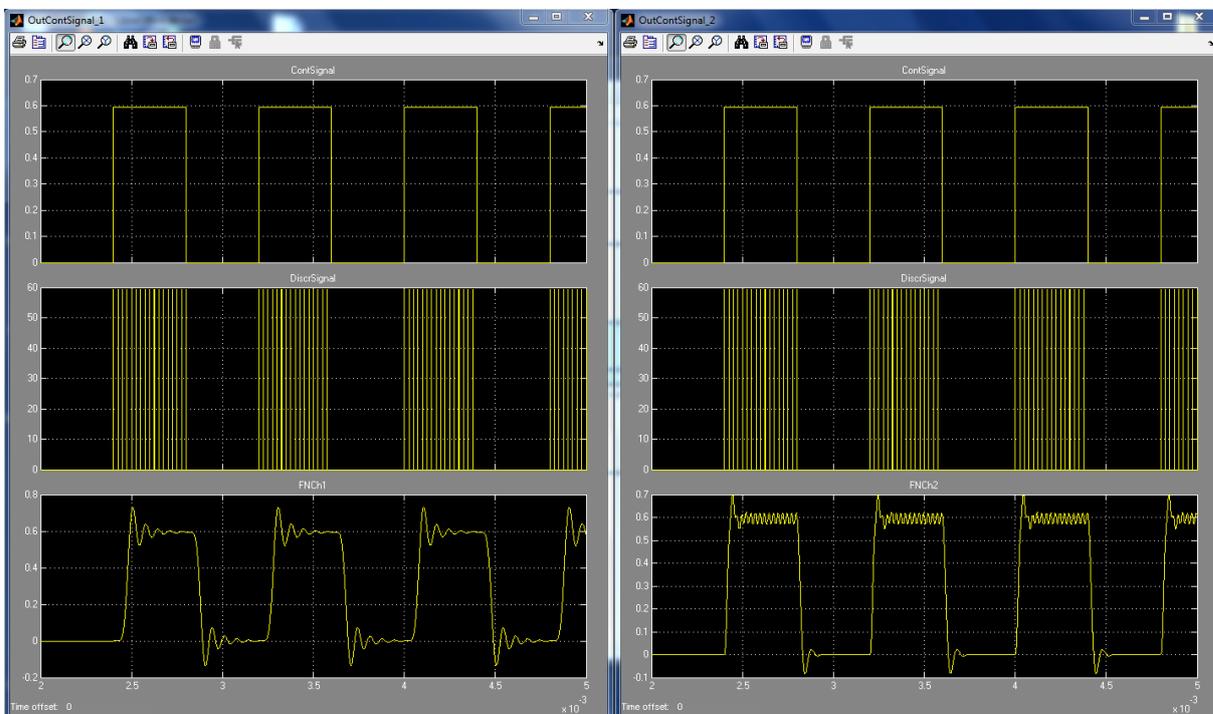


80 кГц Второй фильтр

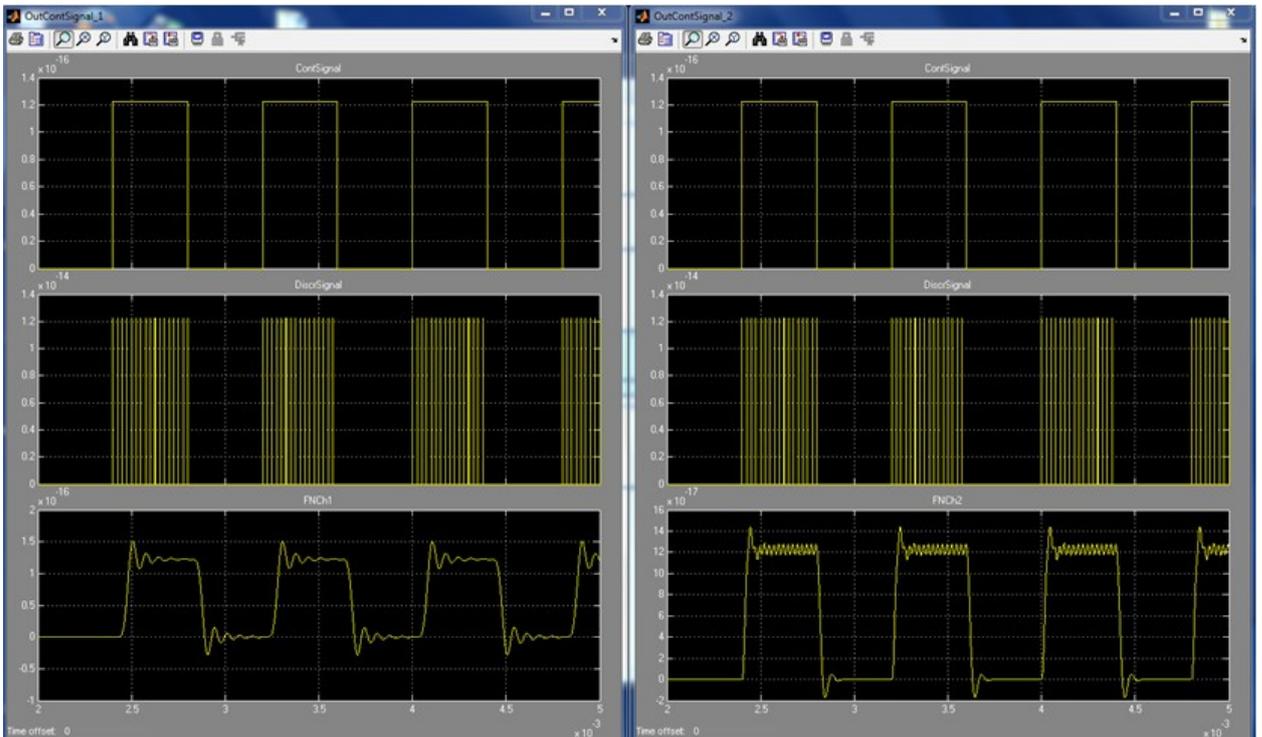
1.5.1 Исследовать процесс дискретизации и восстановления радиоимпульсов длительностью 0,8 мс с несущей частотой, равной 10 кГц (параметр Frequency Period блока Sine Wave).



исходный, дискретизированный и восстановленный сигналы при фазе 0, (ФНЧ1; ФНЧ2).



исходный, дискретизированный и восстановленный сигналы при фазе 90 гр., (ФНЧ1; ФНЧ2).



исходный, дискретизированный и восстановленный сигналы при фазе π , (ФНЧ1; ФНЧ2).

1.5.2 Исследовать процесс дискретизации и восстановления сформированного в п. 1.5.1. непрерывного сигнала при частоте дискретизации 20 кГц (параметр Frequency Period блока Sine Wave). Наблюдать изменение формы дискретизированного сигнала от сдвига фазы несущей.

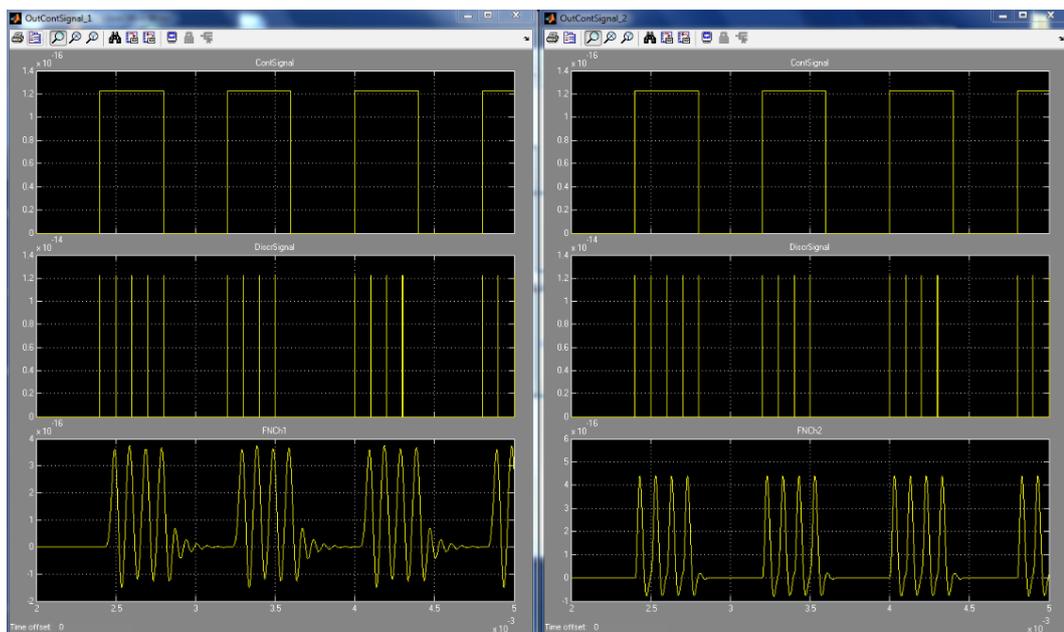


График исследования процесса дискретизации восстановления радиоимпульсов $f_d = 20$ кГц

1.5.3. Сформировать на выходе генератора импульс длительностью 0,8 мс (параметр Period блока Pulse Generator), установить фазу гармонического колебания равной 0 (параметр Phase блока Sine Wave), перевести переключатель Switch1 в верхнее положение. Установить частоту дискретизации 40 кГц.

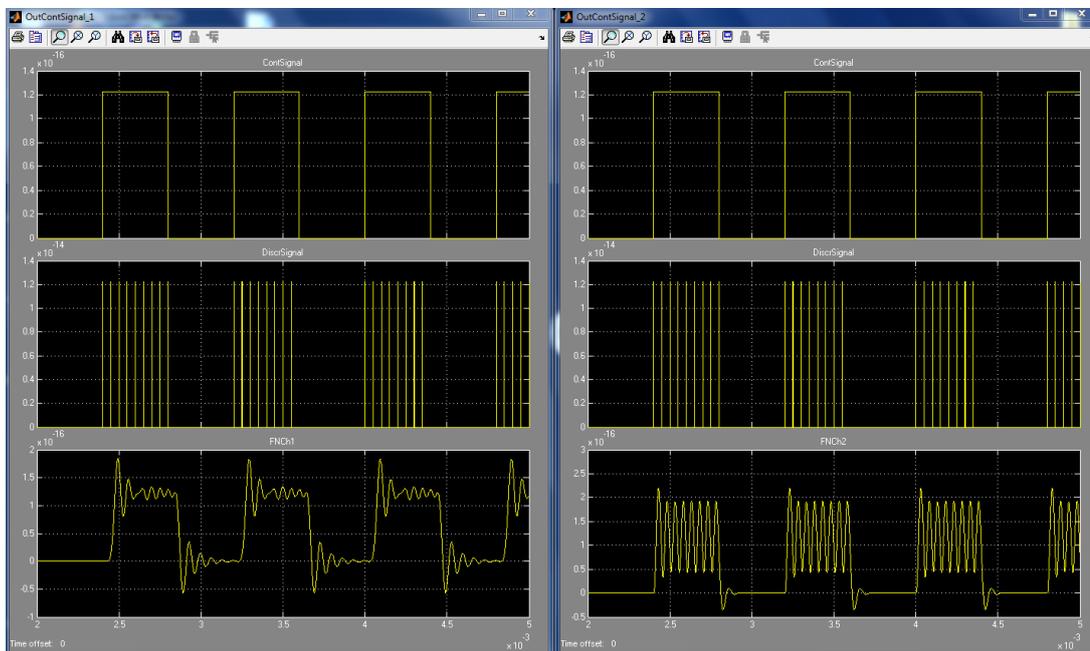
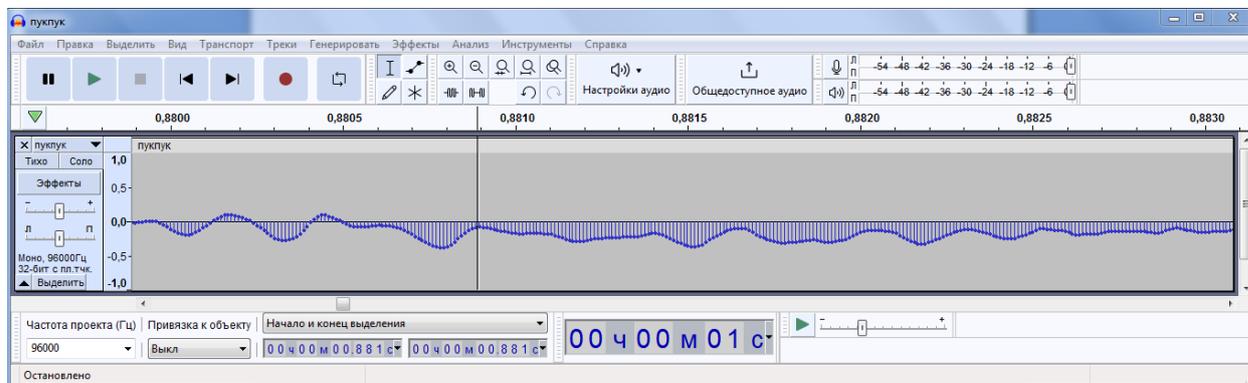
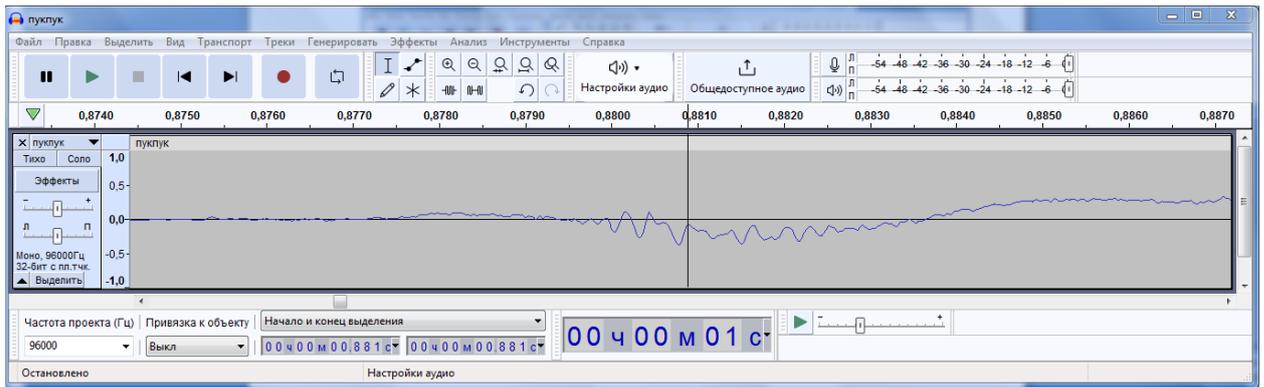


График исследования процесса дискретизации восстановления радиоимпульсов $f_d = 40$ кГц

1.6 Скачать любимую музыкальную композицию и открыть ее в программе audacity. Вырезать фрагмент песни длительностью 5 секунд. Разделить стереотрек в моно и задать частоту дискретизации 96 кГц (см. рисунок 5).

1,6.1 Удалить один из треков, чтобы остался один канал звучания (моно). Увеличить масштаб сигнала, чтобы рассмотреть его вид .





1.6.2 В командном окне ввести код, изменив в нем только название аудиофайла на свой

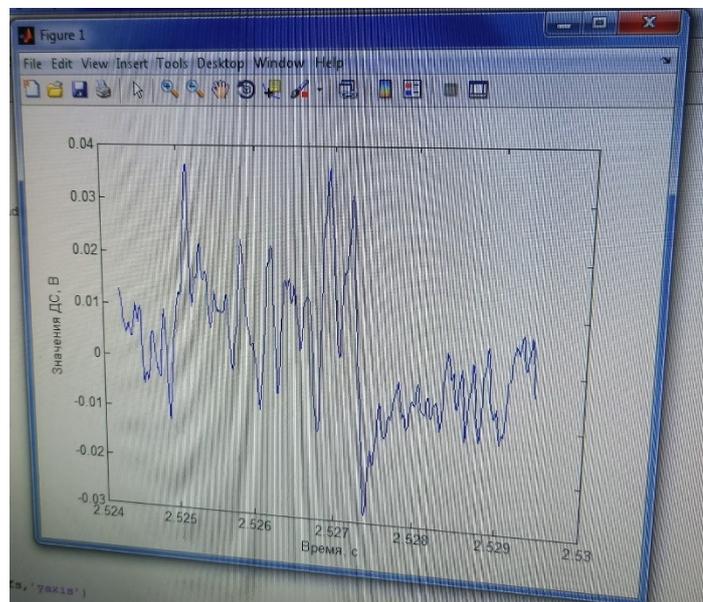


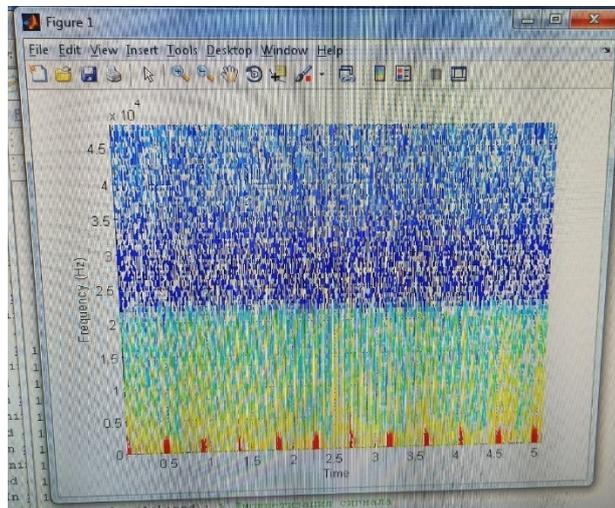
График сигнала

1.6.3 Открыть файл симулинка LR_1_2.slx. Аудио сигнал загружается из Workspace матлаба в Simulink с помощью блока From Workspace. Остальные блоки здесь точно такие же, как в предыдущем задании. Частота дискретизации условно задается в блоке Pulse Generator1 и должна быть равна $= 48$ кГц. Выставить частоту среза фильтра $2 \cdot \pi \cdot 25e3$ и после запуска симуляции на осциллографе Scope3 оценить форму исходного сигнала, результат дискретизации и результат восстановления сигнала с помощью фильтра Батерворта ФНЧ 4 по-рядка.

1.6.4 Изменять частоту дискретизации в блоке Pulse Generator1 в соответствии со значениями в таблице. Оценить степень искажения сигнала из-за уменьшения частоты дискретизации визуально по осциллограммам в модели Simulink и на слух (используйте код ниже таблицы). Записать комментарии или оценки по качеству восстановленного сигнала в таблицу.

f_d , кГц	48	24	8	4	2
Схожесть сигналов по графику					

5.6.6 Построить спектрограмму сигнала



Спектрограмма сигнала

5.6.7 Сравнить спектрограмму сигнала с графиками спектра фрагментов сигнала и спектра сигнала всей длительности.

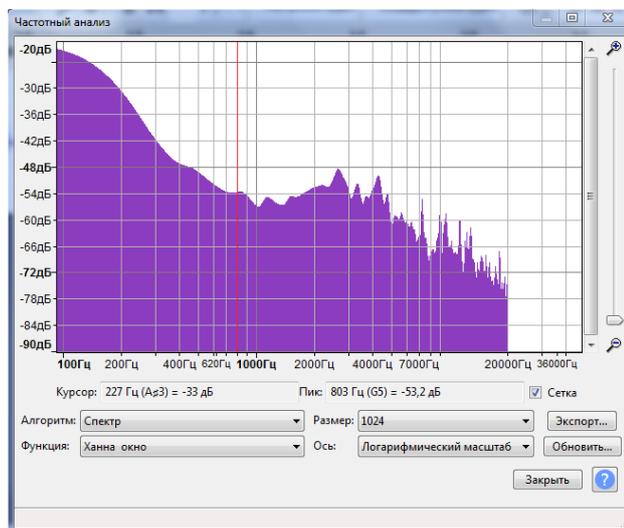


График спектр сигнала

Вывод: Были изучены процессы временной дискретизации аналоговых сигналов и их последующее восстановление с помощью фильтра нижних частот (ФНЧ).