Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра радиоэлектронных средств

Отчёт по лабораторной работе №1

**Реализация КИХ-фильтра**

дисциплина «Проектирование устройств и систем на цифровых сигнальных процессорах»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Выполнил студент гр.ИНБс-5301: |  | /Бровцын О. В./ |
| Проверил: старший преподаватель кафедры систем автоматизации управления |  | /Земцов М. А./ |

Киров 2023

**Цель:** исследование основных типов весовых функций (окон); изучение средств визуализации данных Code Composer Studio.

**Ход работы**

Программный код приведён в <https://github.com/Argento-prg/SignalProcessors>/lab1/code

**1 Исходный сигнал**

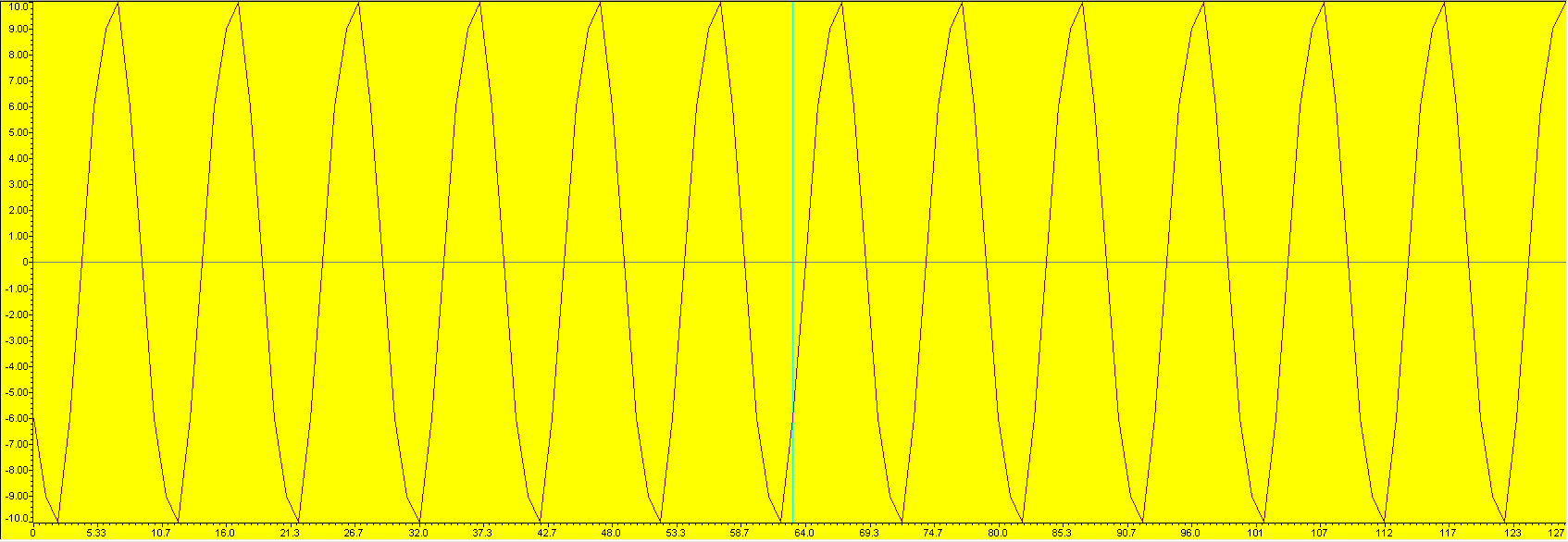


Рисунок 1 – Входной сигнал во временной области

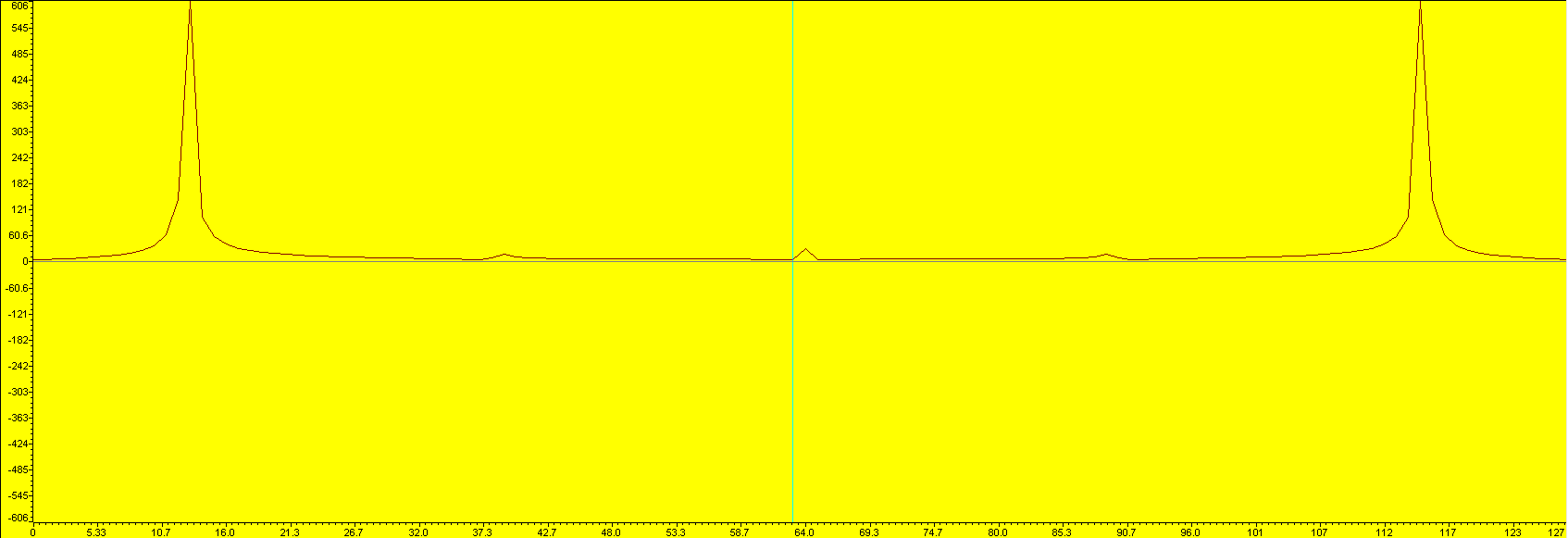


Рисунок 2 – Спектр входного сигнала в линейном масштабе

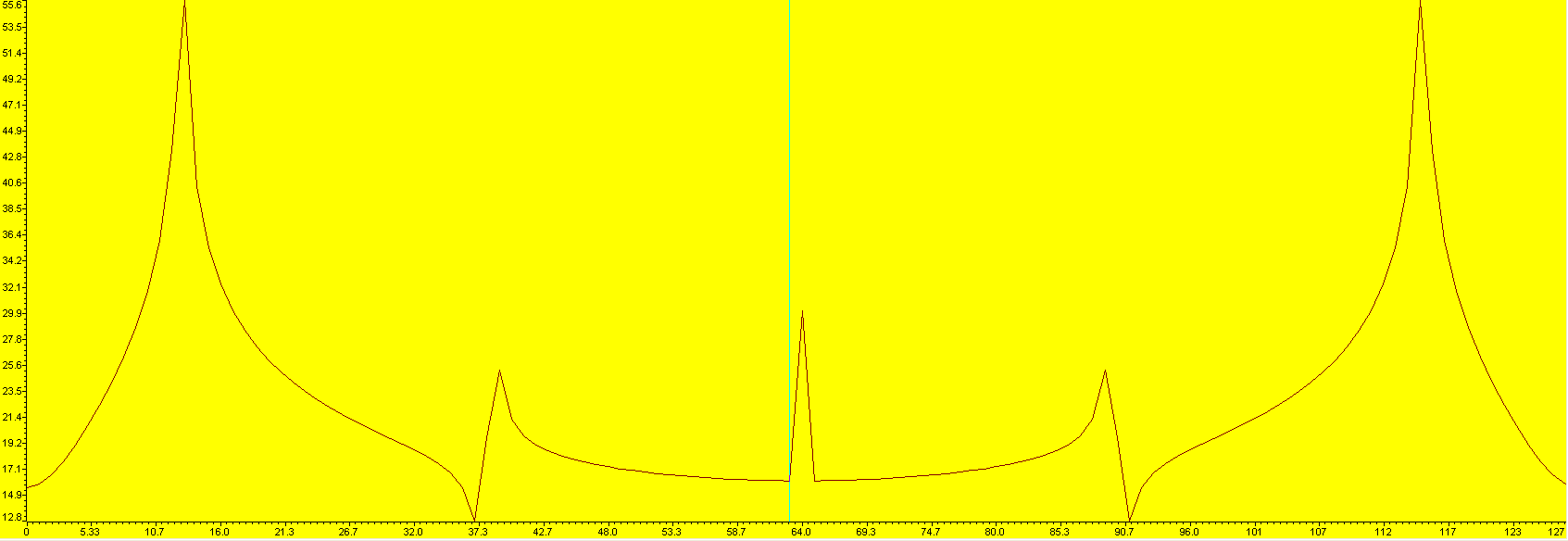


Рисунок 3 – Спектр входного сигнала в логарифмическом масштабе

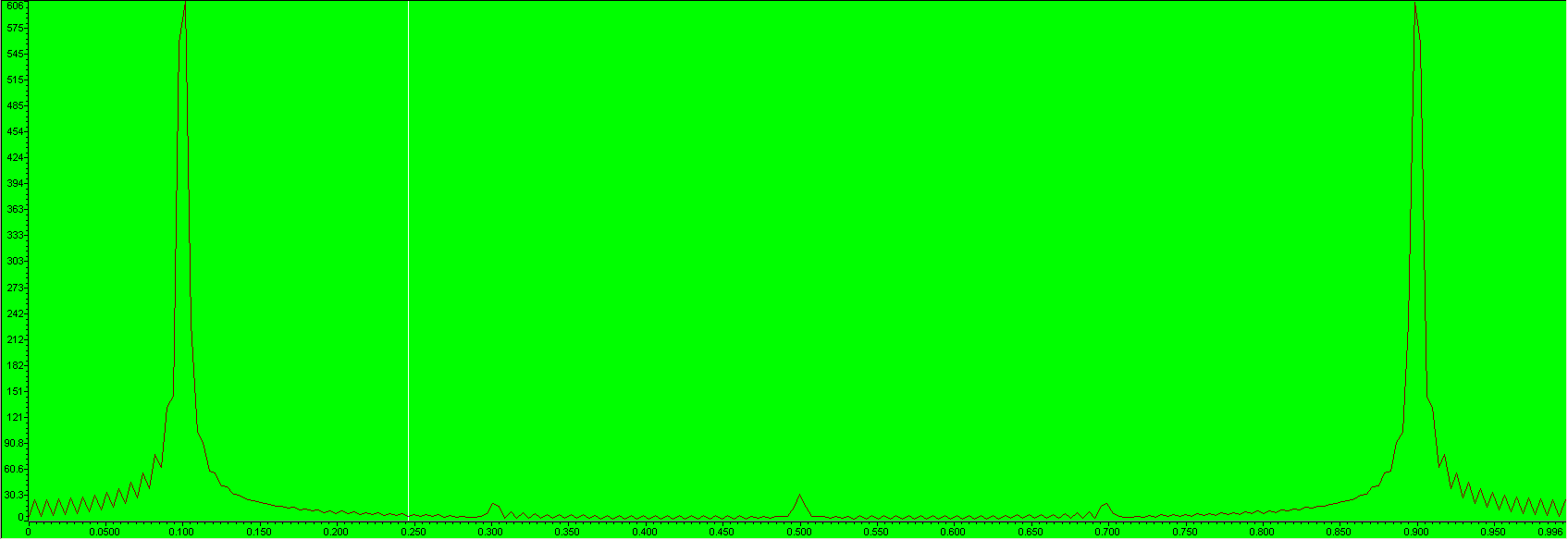


Рисунок 4 – Спектр входного сигнала, построенный средствами CCS в линейном масштабе

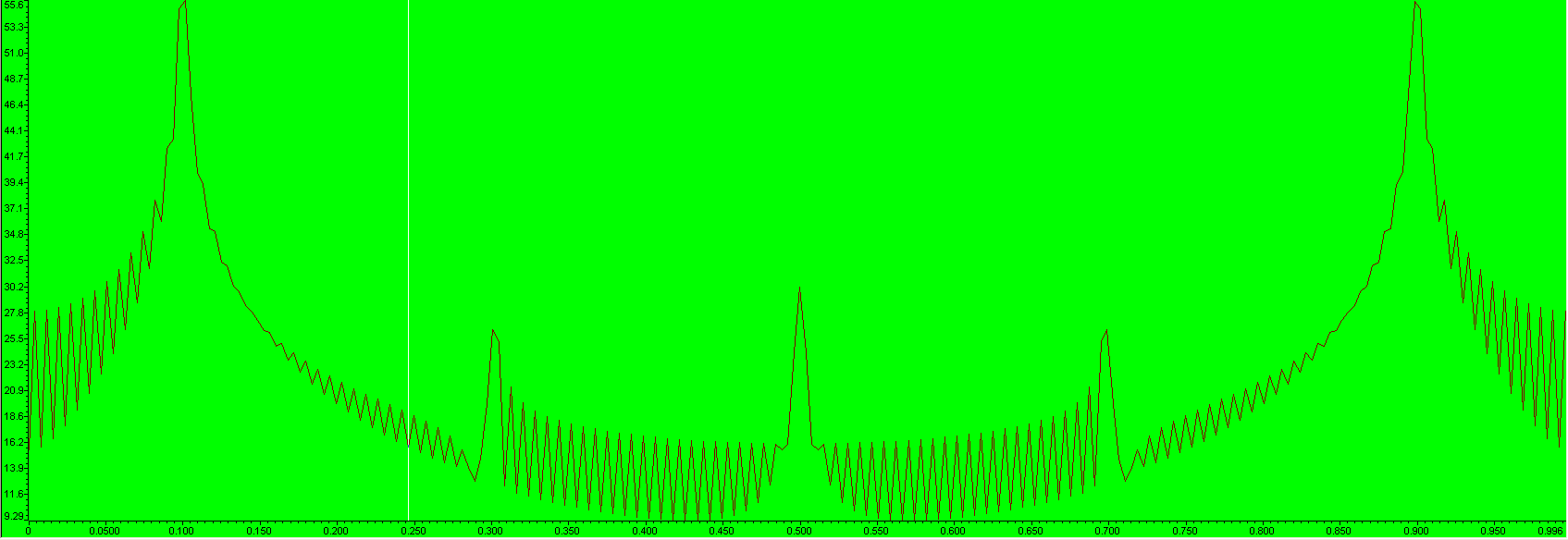


Рисунок 5 – Спектр входного сигнала, построенный средствами CCS в логарифмическом масштабе

**2 Графики весовых функций порядка N = 20**

**Прямоугольное окно**

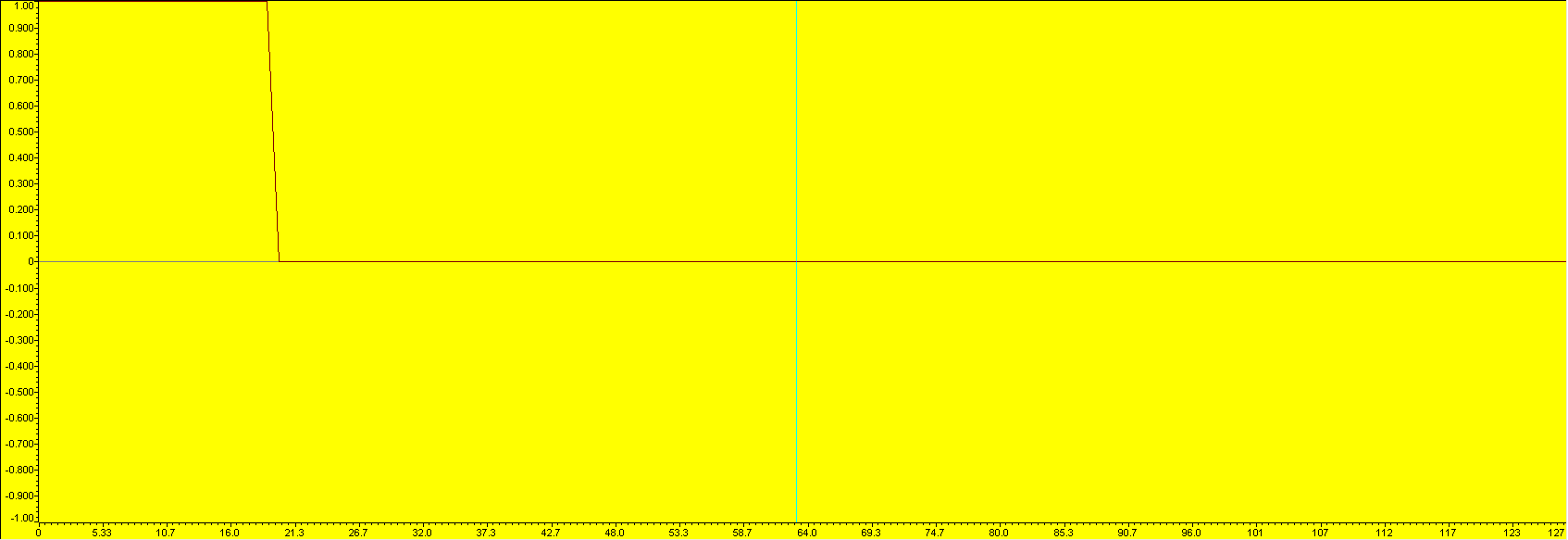


Рисунок 6 – Временная функция прямоугольного окна

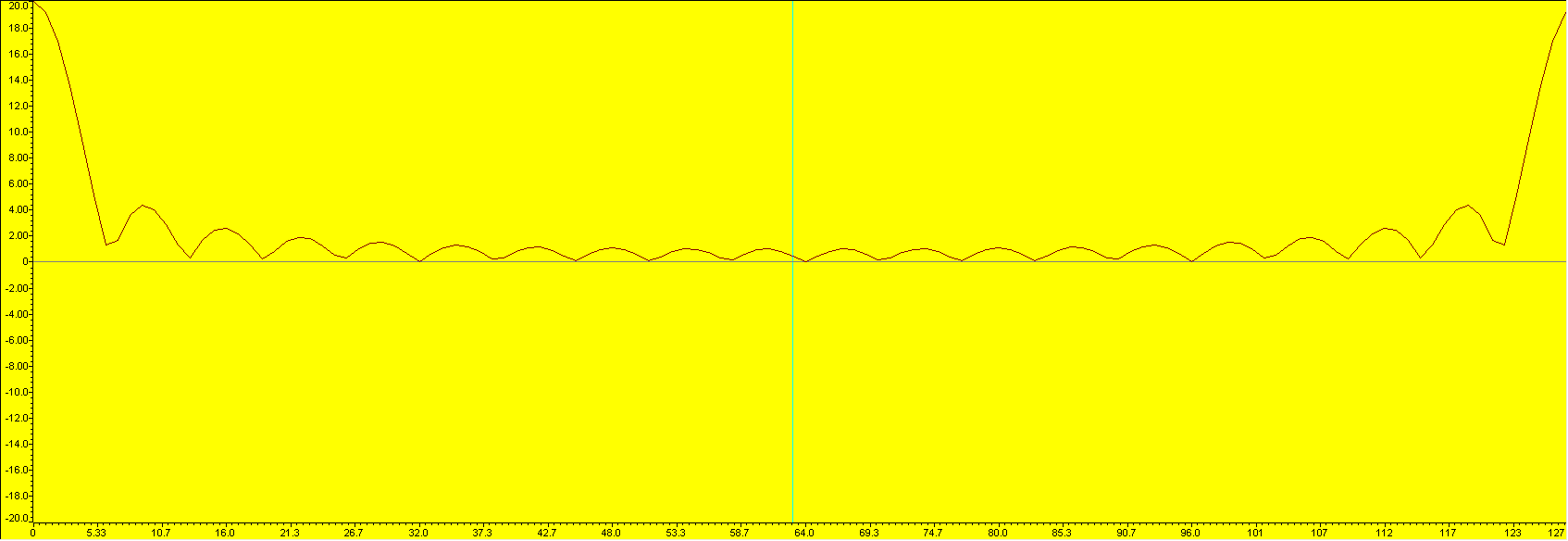


Рисунок 7 – Спектр прямоугольного окна в линейном масштабе

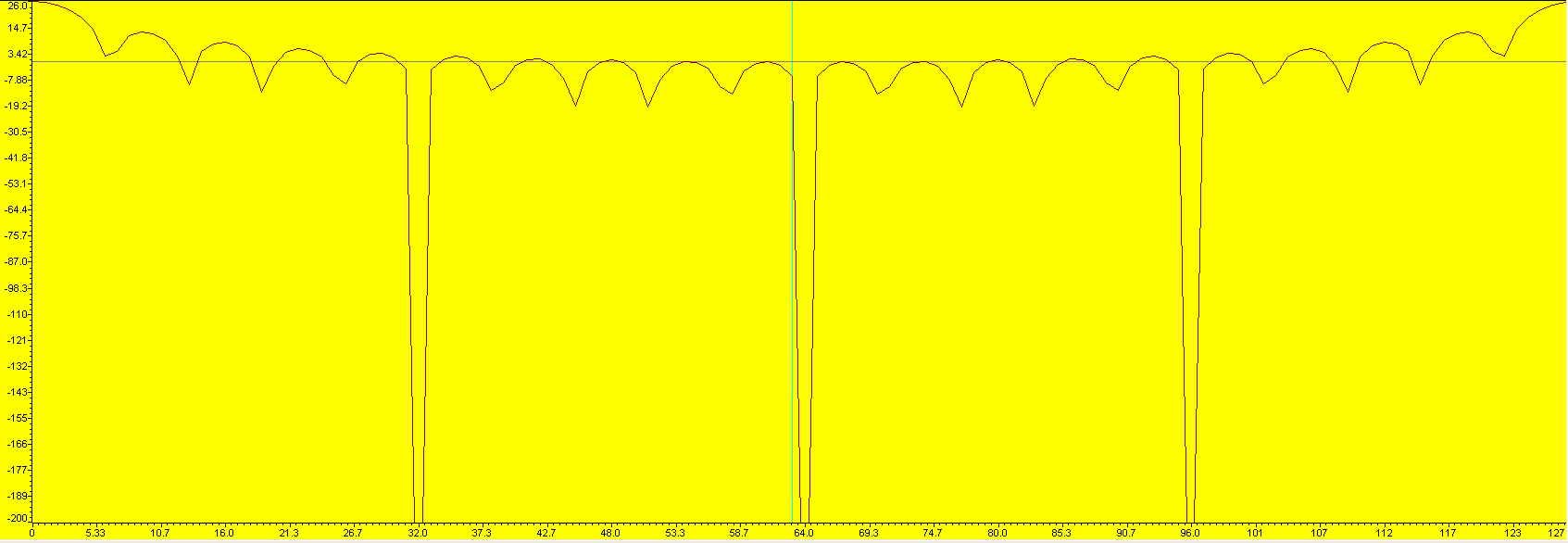


Рисунок 8 – Спектр прямоугольного окна в логарифмическом масштабе

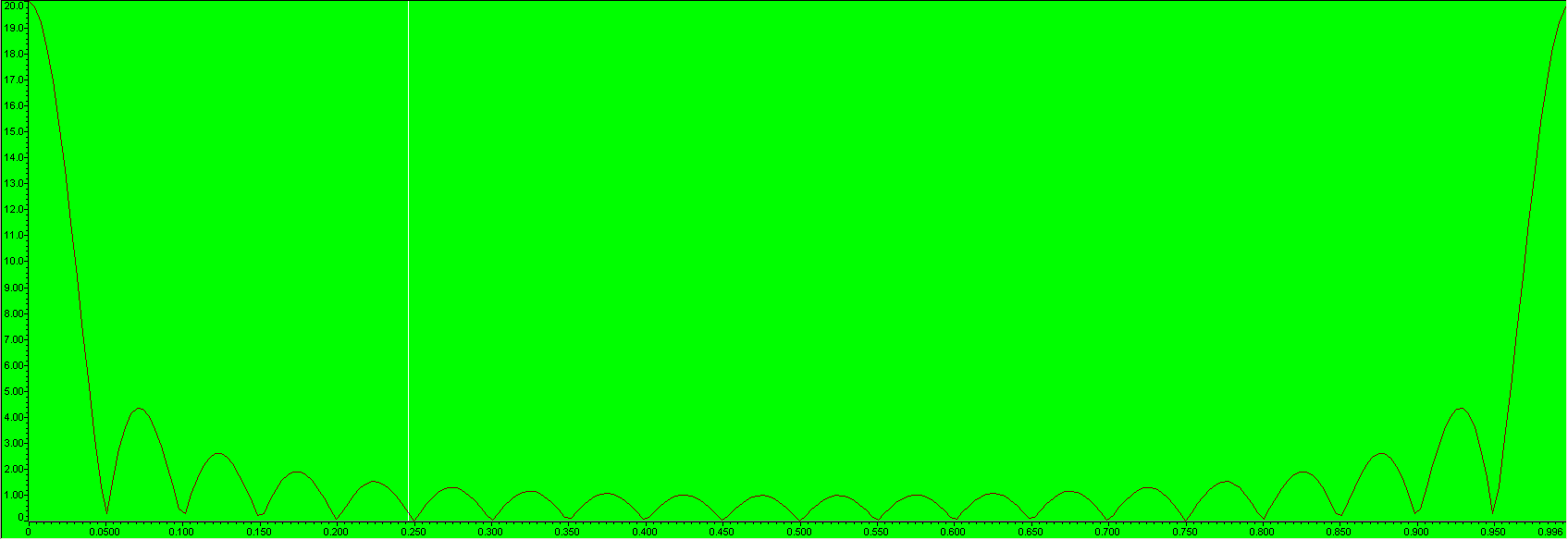


Рисунок 9 – Спектр прямоугольного окна, построенный средствами CCS в линейном масштабе

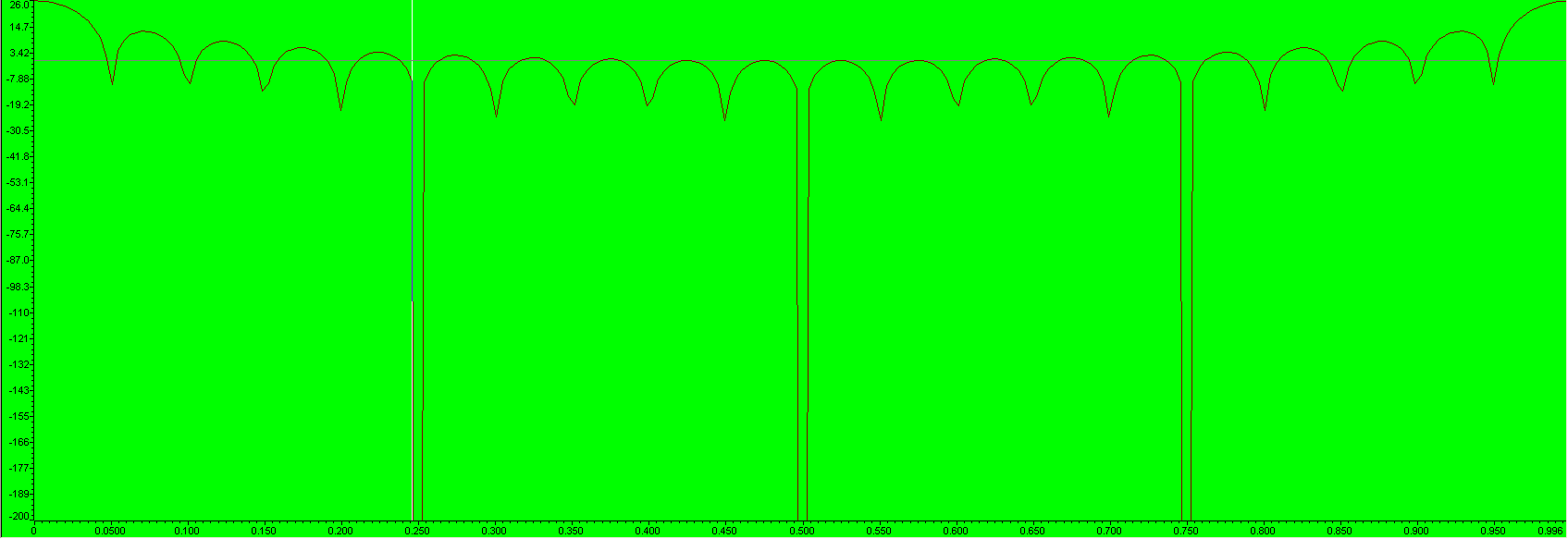


Рисунок 10 – Спектр прямоугольного окна, построенный средствами CCS в логарифмическом масштабе

**Окно Хэмминга**



Рисунок 11 – Временная функция окна Хэмминга

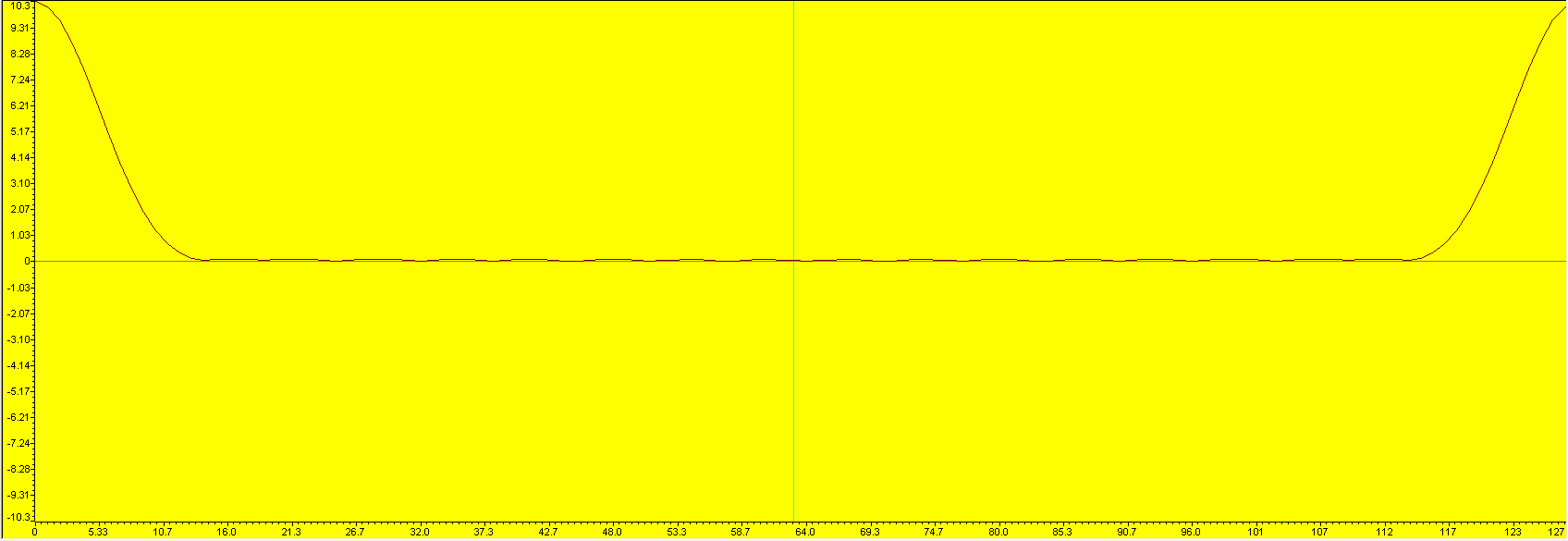


Рисунок 12 – Спектр окна Хэмминга в линейном масштабе

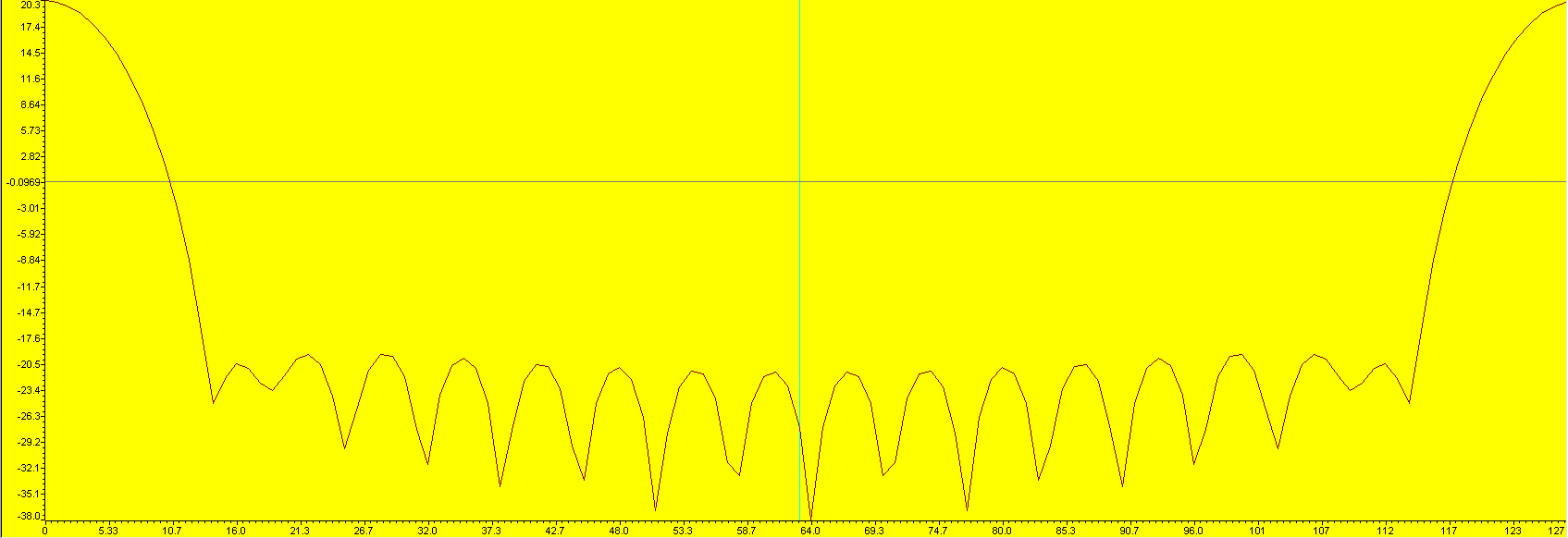


Рисунок 13 – Спектр окна Хэмминга в логарифмическом масштабе

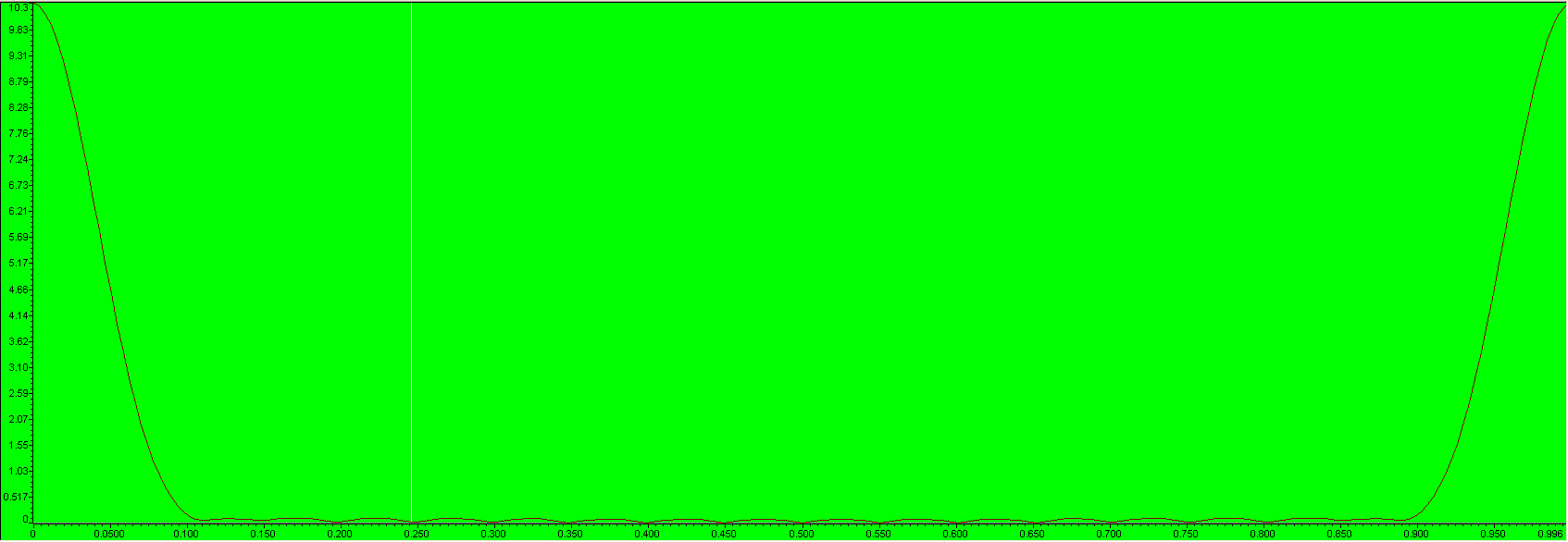


Рисунок 14 – Спектр окна Хэмминга, построенный средствами CCS в линейном масштабе

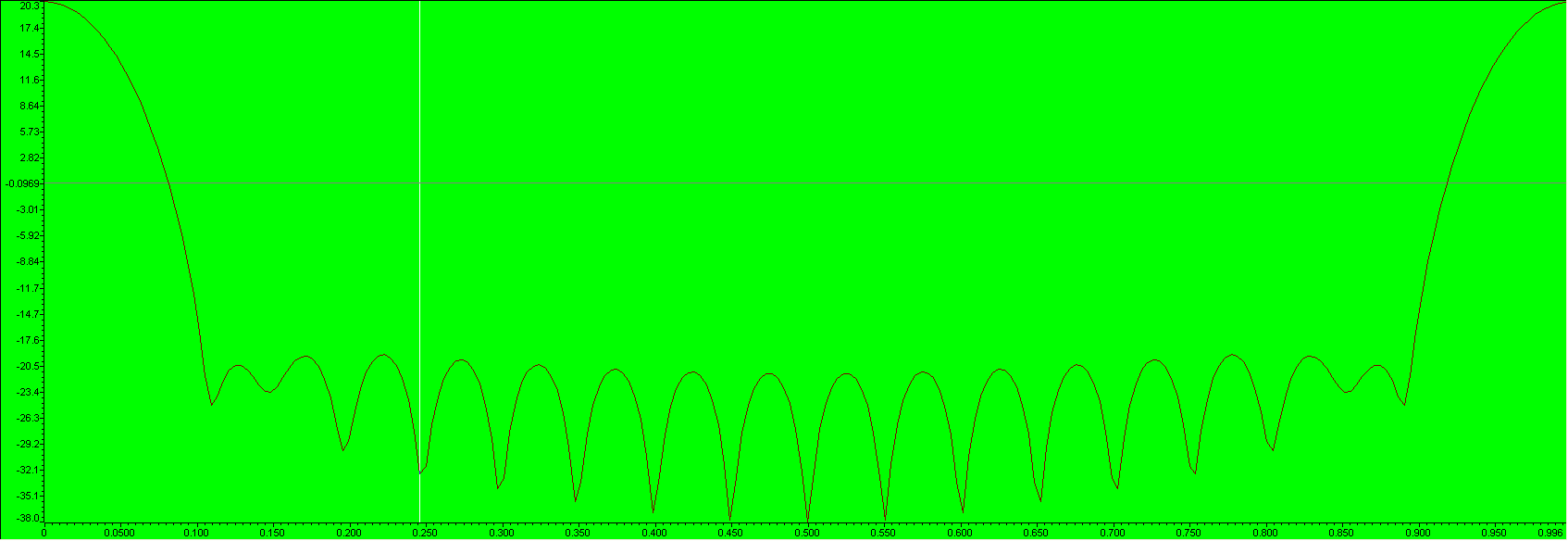


Рисунок 15 – Спектр окна Хэмминга, построенный средствами CCS в логарифмическом масштабе

**Окно Наттолла**

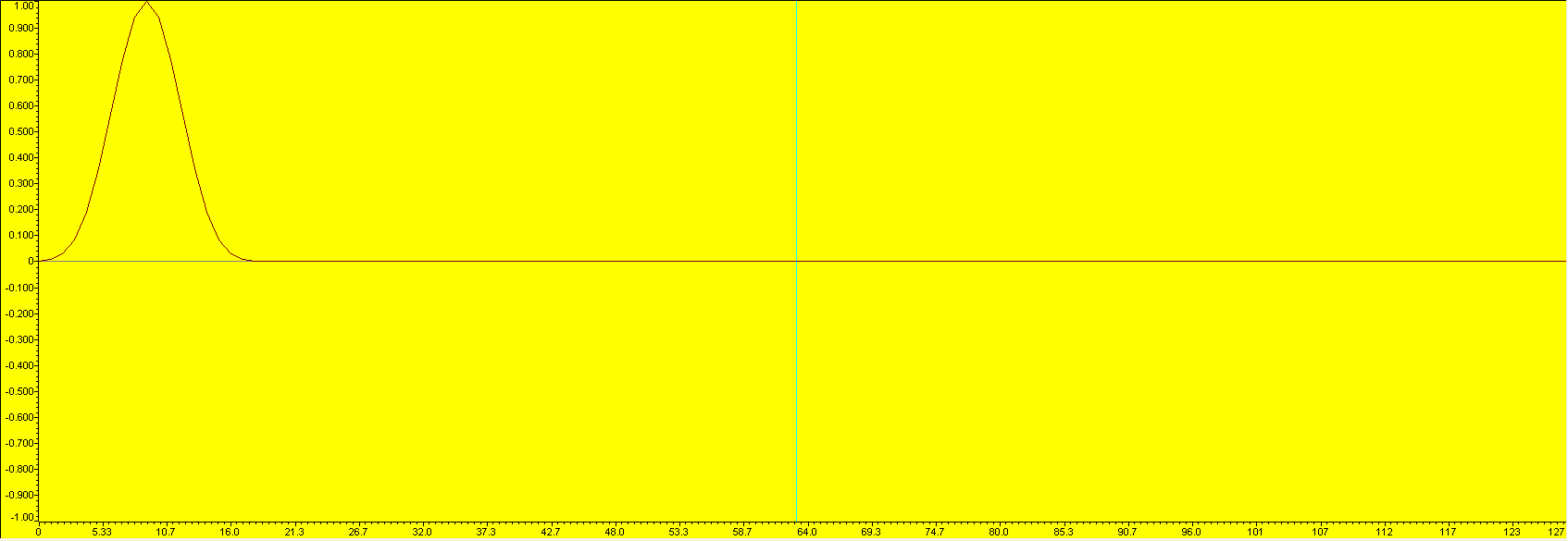


Рисунок 16 – Временная функция окна Наттолла



Рисунок 17 – Спектр окна Наттолла в линейном масштабе

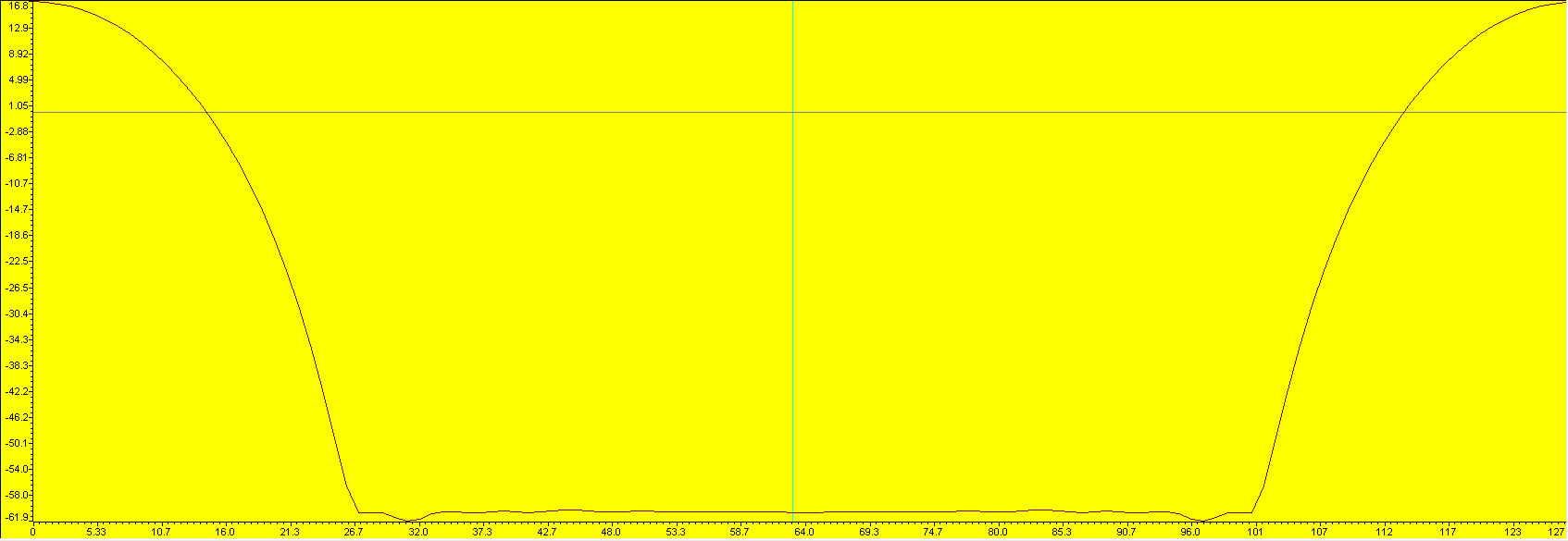


Рисунок 18 – Спектр окна Наттолла в логарифмическом масштабе



Рисунок 19 – Спектр окна Наттолла, построенный средствами CCS в линейном масштабе

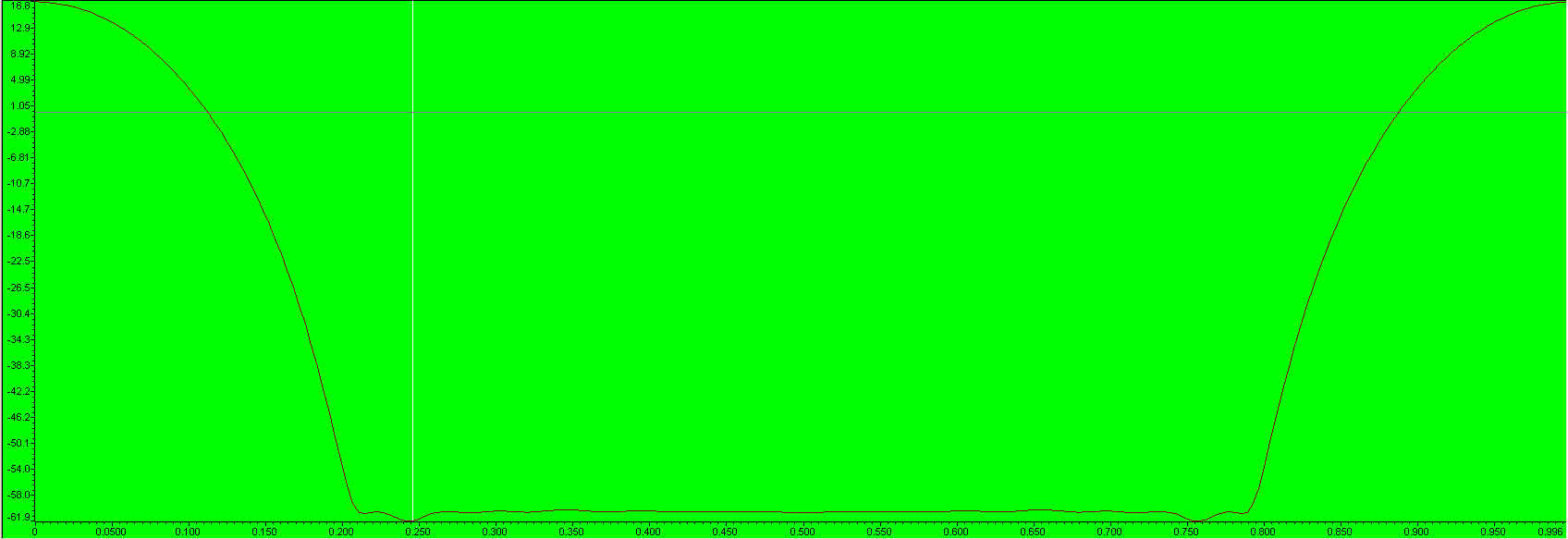


Рисунок 20 – Спектр окна Наттолла, построенный средствами CCS в логарифмическом масштабе

**3 Графики выходного сигнала после применения весовых функций порядка N = 20 на входном сигнале**

**Прямоугольное окно**

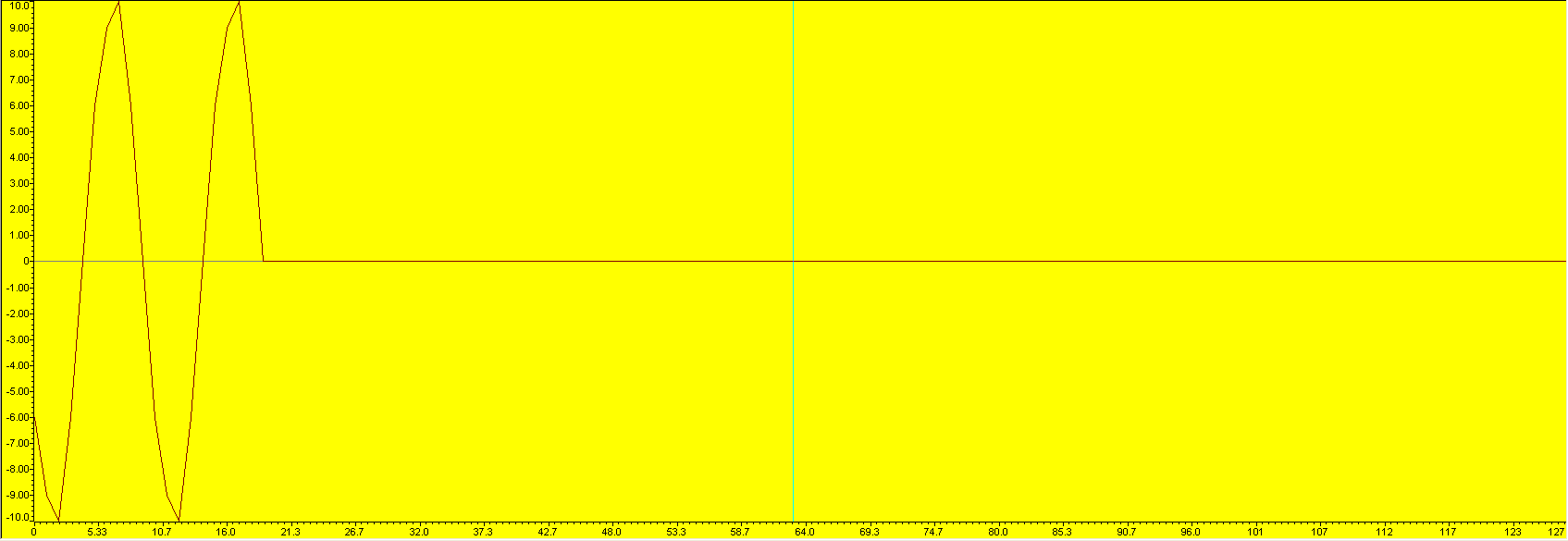


Рисунок 21 – График выходного сигнала во временной области

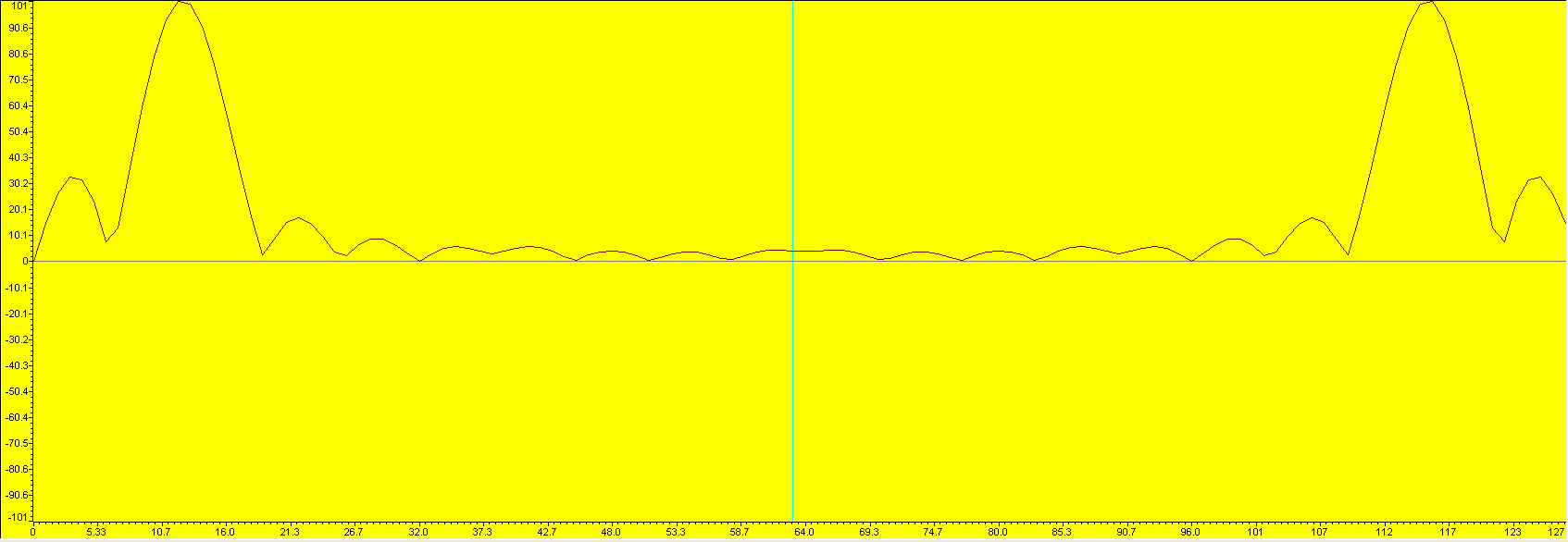


Рисунок 22 – Спектр выходного сигнала в линейном масштабе

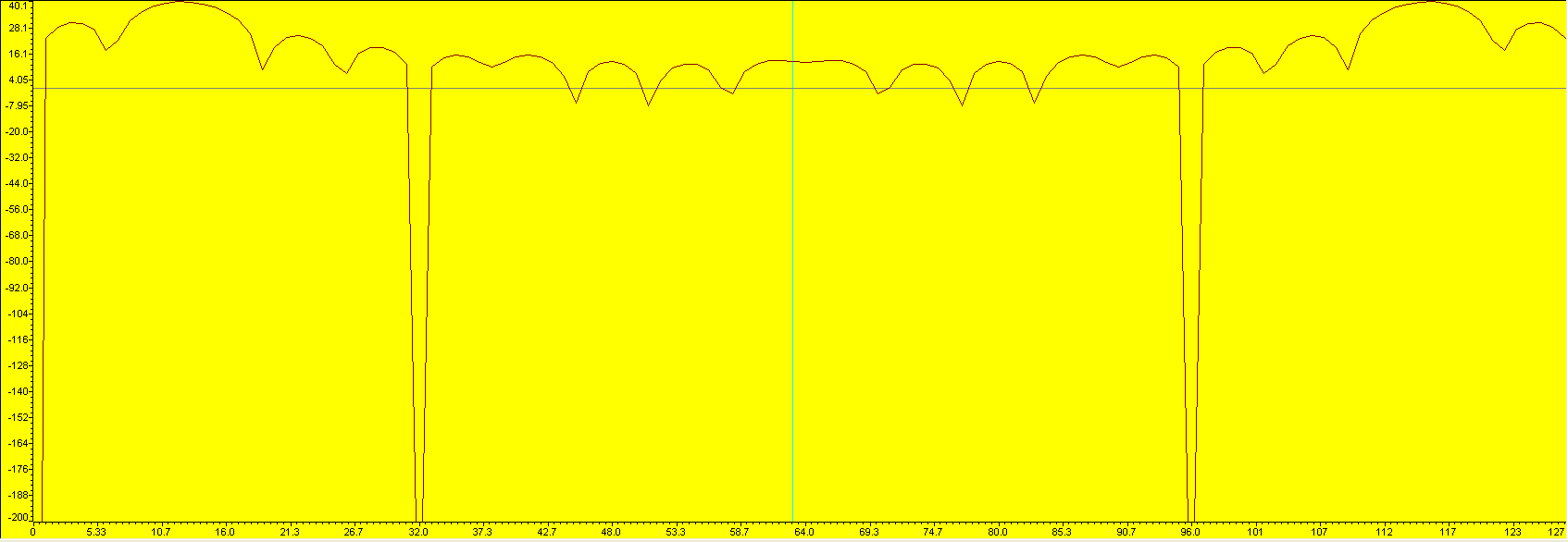


Рисунок 23 – Спектр выходного сигнала в логарифмическом масштабе

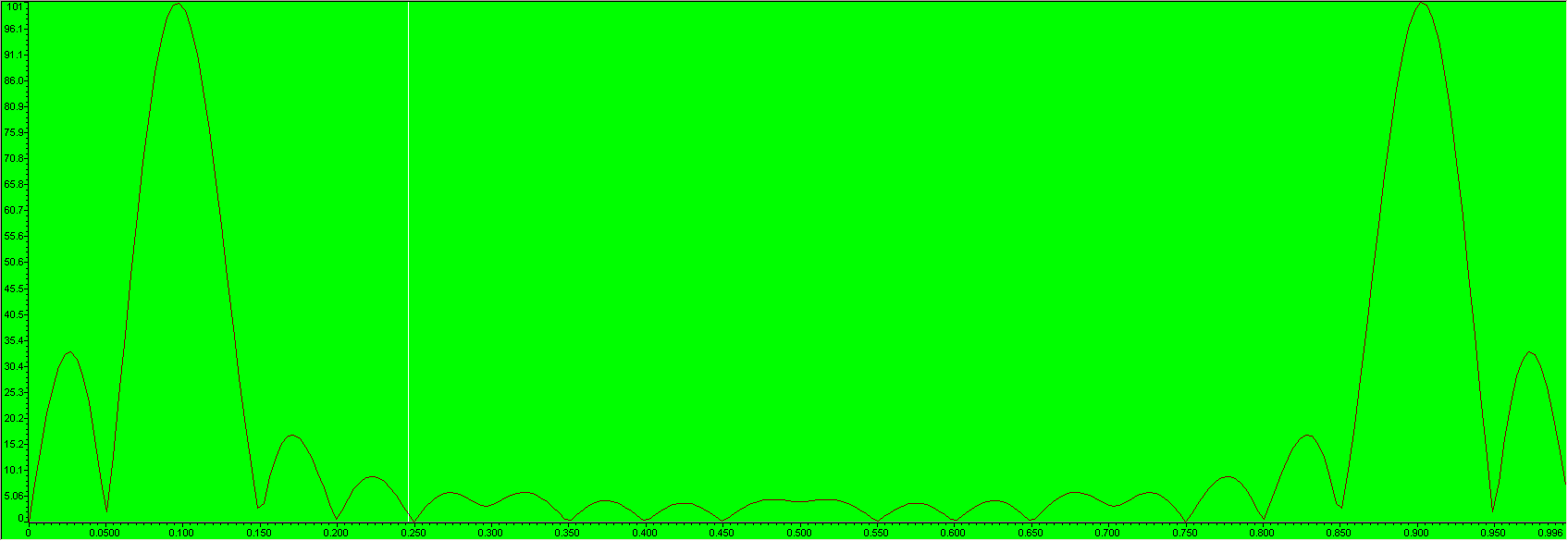


Рисунок 24 – Спектр выходного сигнала, построенный средствами CCS в линейном масштабе

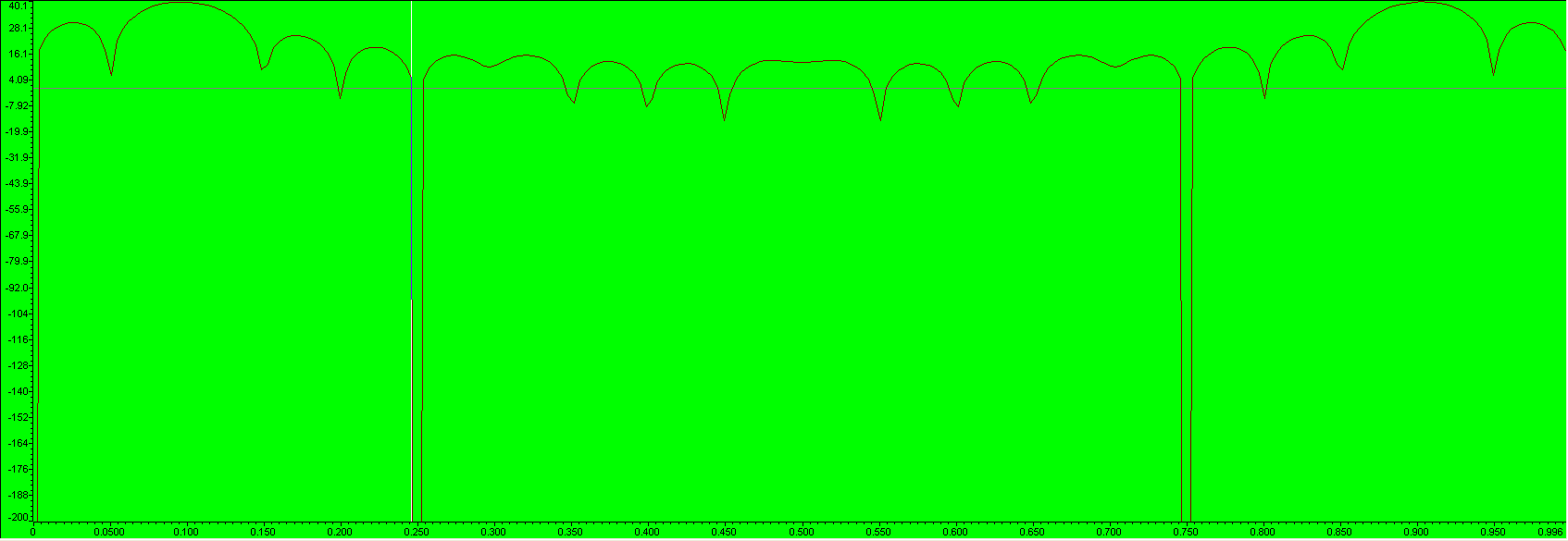


Рисунок 25 – Спектр выходного сигнала, построенный средствами CCS в логарифмическом масштабе

**Окно Хэмминга**

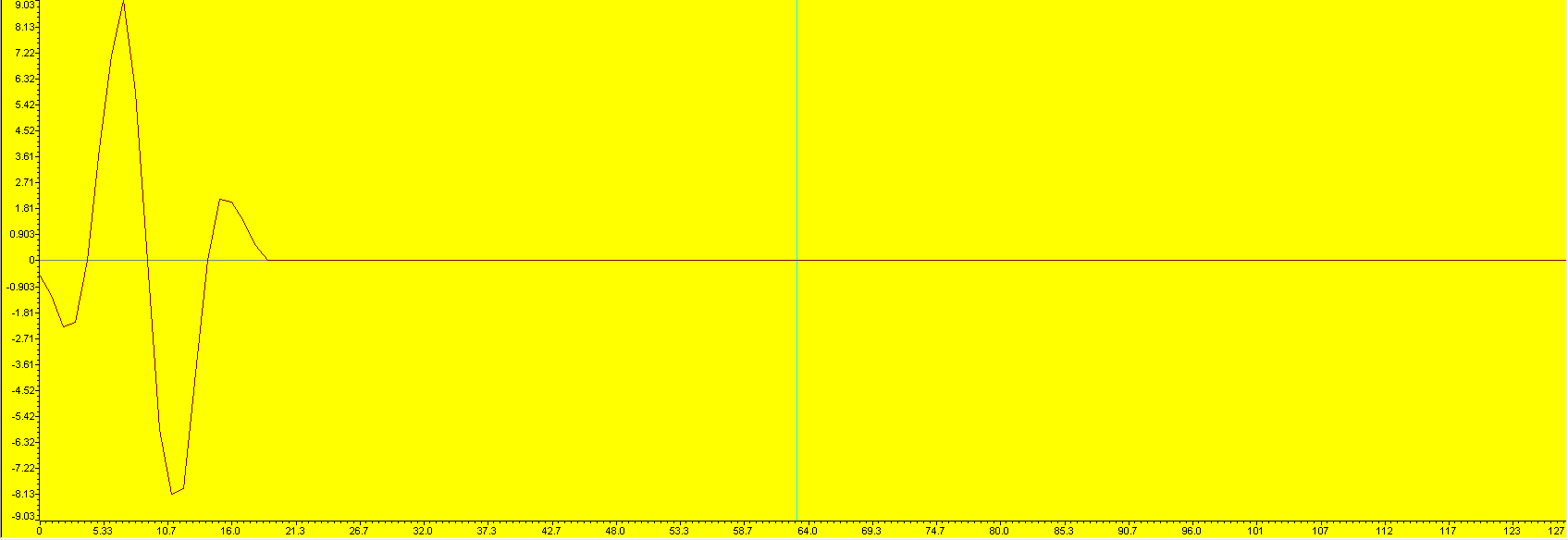


Рисунок 26 – График выходного сигнала во временной области

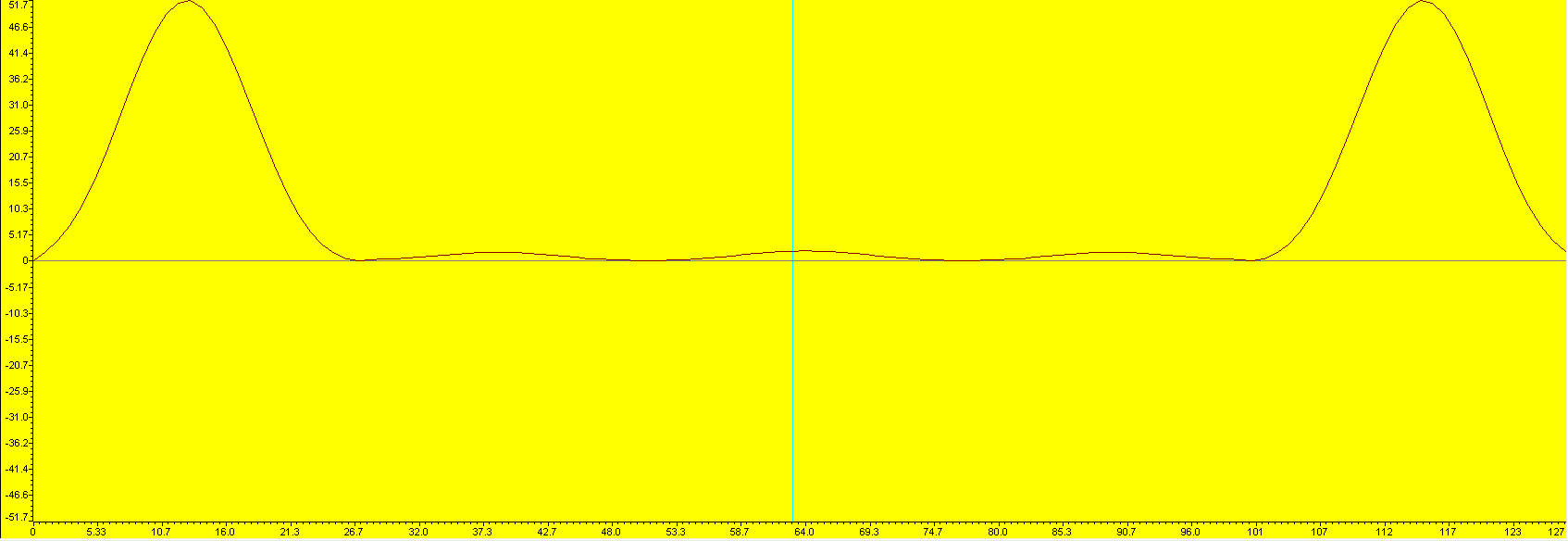


Рисунок 27 – Спектр выходного сигнала в линейном масштабе

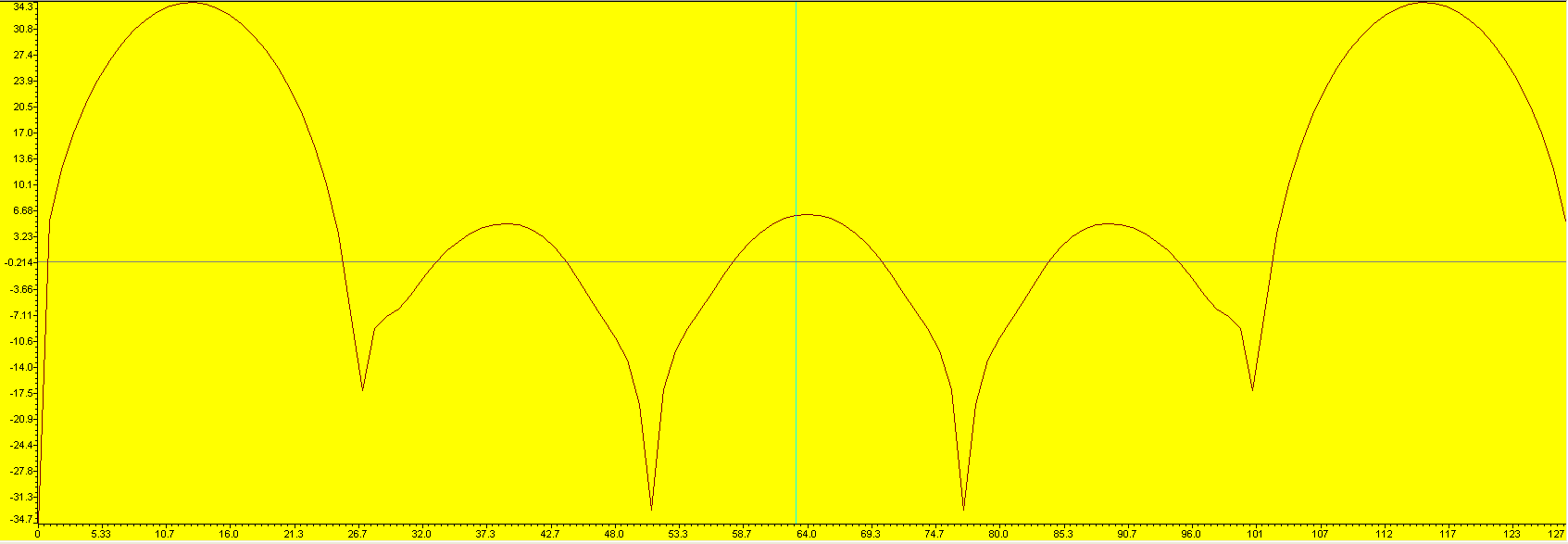


Рисунок 28 – Спектр выходного сигнала в логарифмическом масштабе

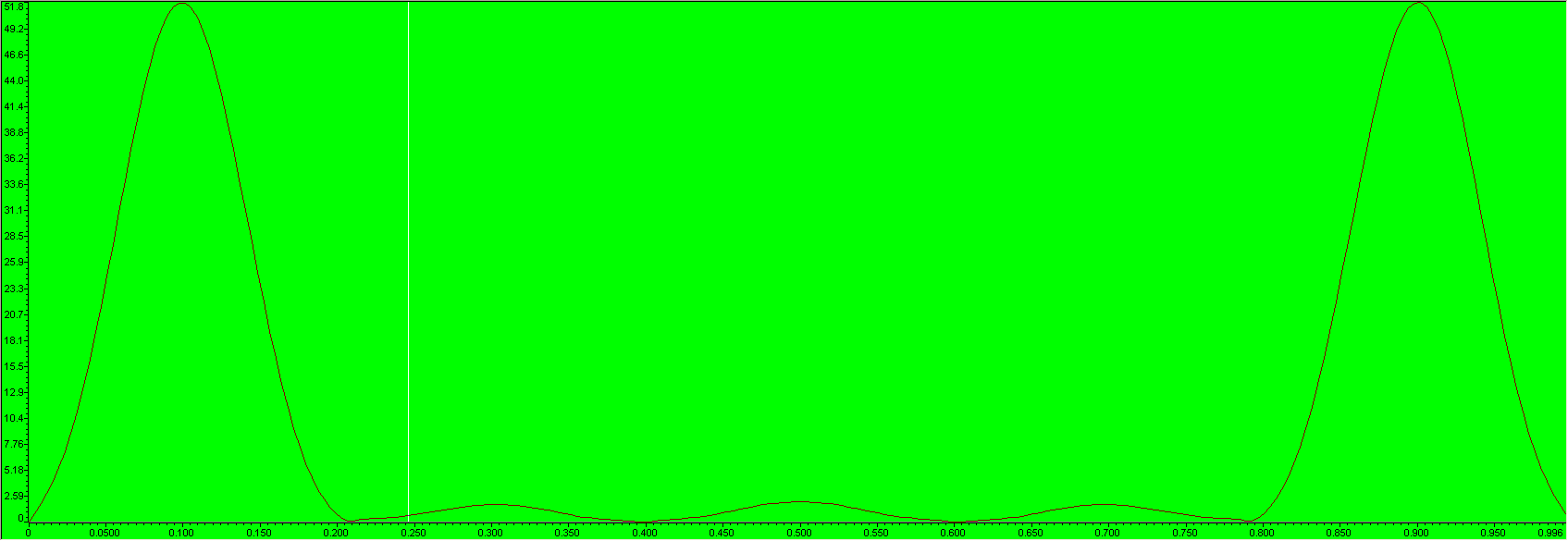


Рисунок 29 – Спектр выходного сигнала, построенный средствами CCS в линейном масштабе

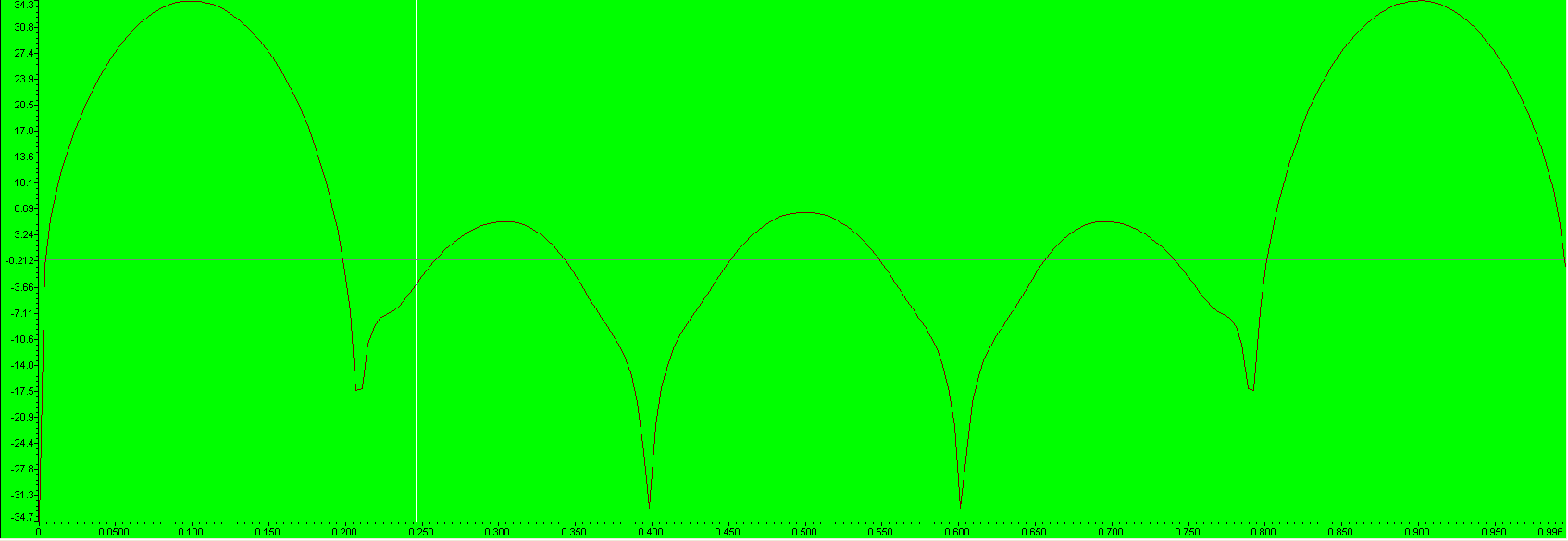


Рисунок 30 – Спектр выходного сигнала, построенный средствами CCS в логарифмическом масштабе

**Окно Наттолла**

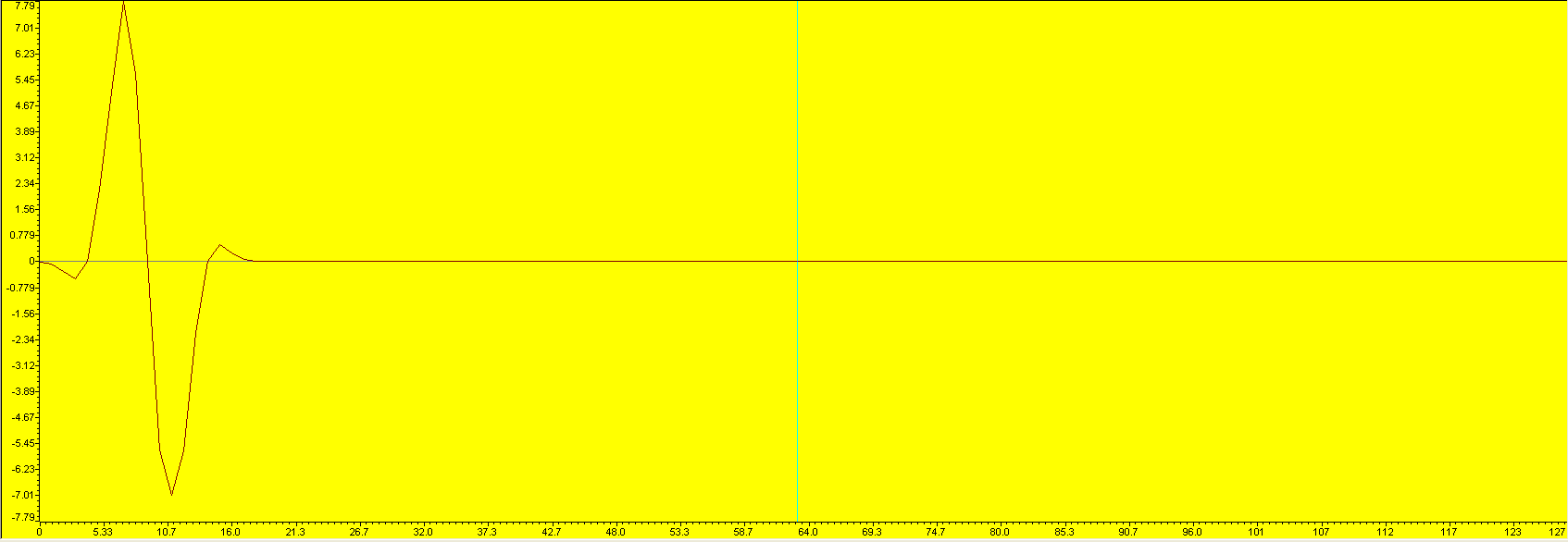


Рисунок 31 – График выходного сигнала во временной области

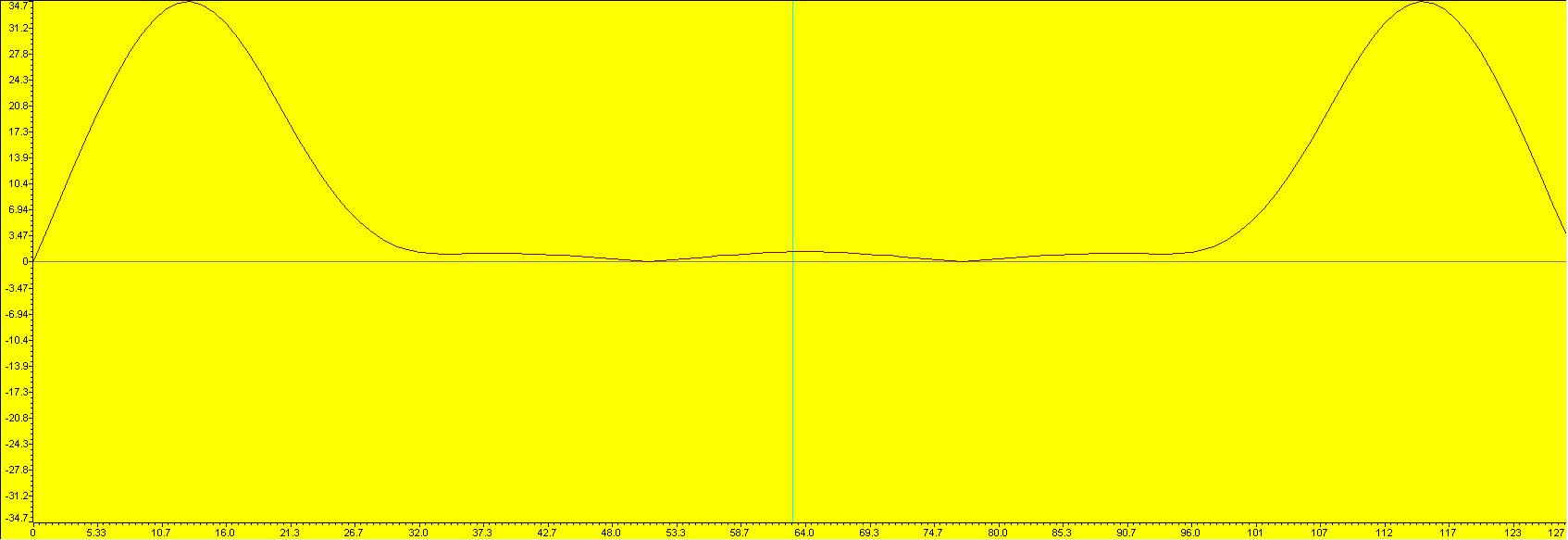


Рисунок 32 – Спектр выходного сигнала в линейном масштабе

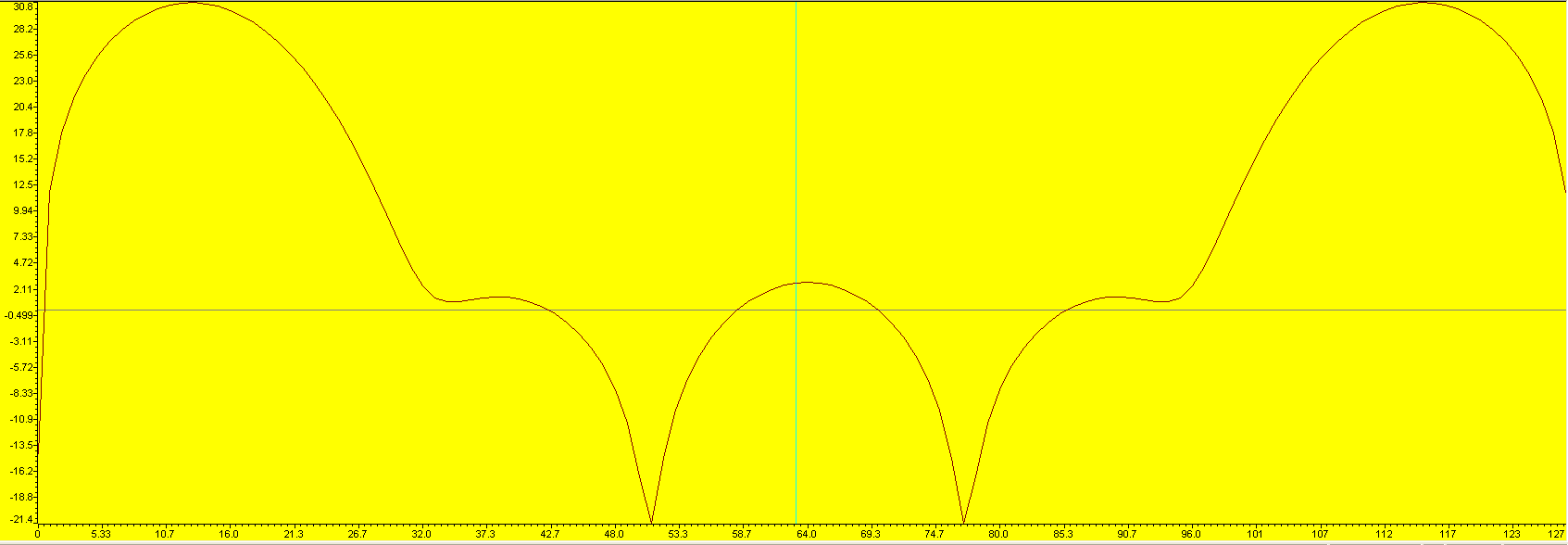


Рисунок 33 – Спектр выходного сигнала в логарифмическом масштабе

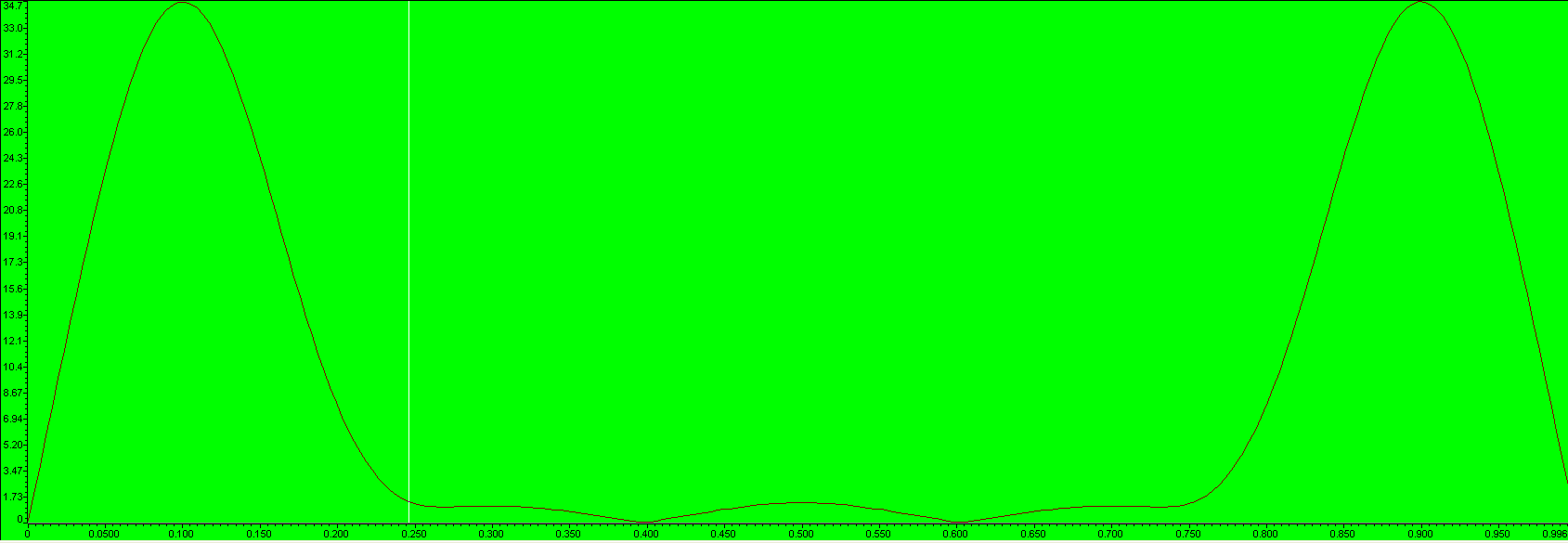


Рисунок 34 – Спектр выходного сигнала, построенный средствами CCS в линейном масштабе

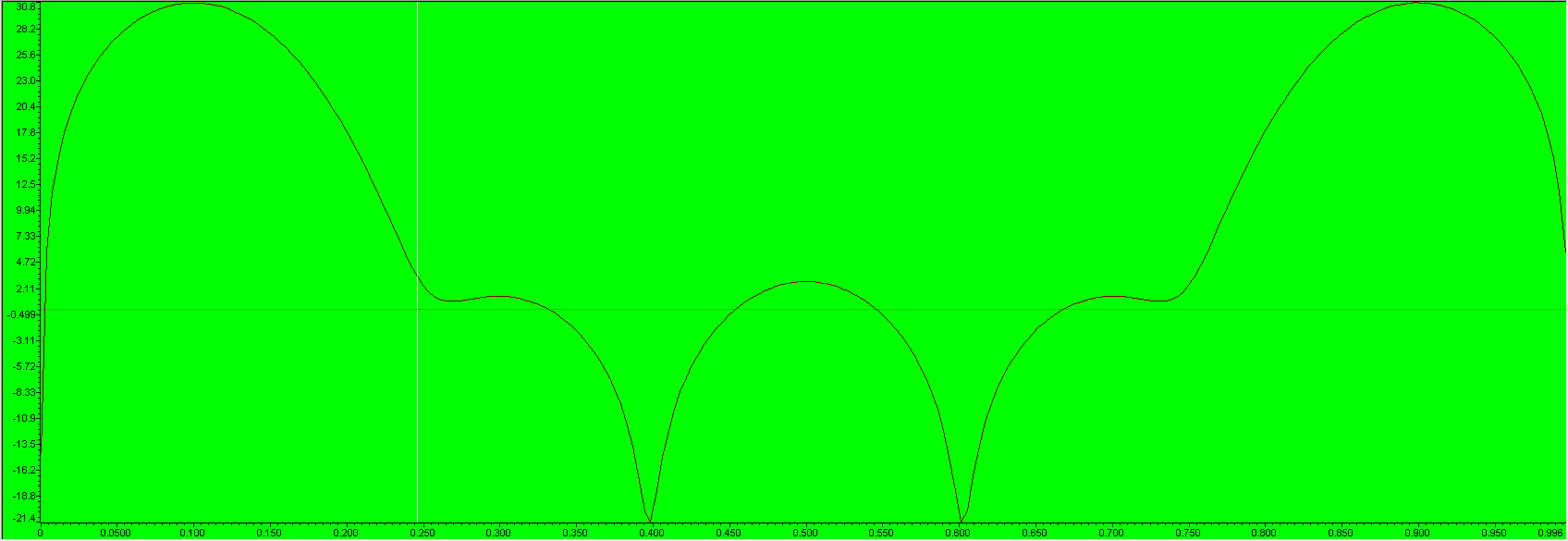


Рисунок 35 – Спектр выходного сигнала, построенный средствами CCS в логарифмическом масштабе

**Выводы:**

* спектры сигналов, построенные самостоятельно, совпадают со спектрами сигналов, полученных с помощью встроенных средств CCS, что позволяет утверждать, что действия, сделанные в ходе лабораторной работы, были выполнены верно;
* импульсная характеристика КИХ-фильтра ограничена по времени и в определённый момент становится равной 0;
* в отличие от БИХ-фильтра, имеющего бесконечную импульсную характеристику, КИХ-фильтр не имеет обратной связи и всегда является устойчивым (так как в знаменателе передаточной функции стоит константа);
* оконные (весовые) функции служат для ограничения спектра сигнала, улучшения спектральных характеристик выделенного сигнала, обнаружения слабых сигналов на фоне более сильных путём подавления уровня боковых лепестков;
* применение прямоугольного окна расширило спектральные пики входной синусоиды, что улучшило спектральные характеристики сигнала, но имеются ярко выраженные боковые лепестки сигнала;
* применение окна Хэмминга ещё больше расширило главный лепесток и подавило побочные, тем самым обеспечивая хорошую фильтрацию сигнала;
* применение окна Наттолла расширило главный лепесток ещё больше, чем при окне Хэмминга, и подавило побочные;
* прямоугольное окно имеет наименьшую ширину главного лепестка, но высокий уровень боковых лепестков, а окно Наттолла имеет наибольшую ширину главного лепестка, но наименьший уровень боковых лепестков;
* чем шире главный лепесток, тем хуже спектральное разрешение сигнала (сложнее различить спектры);
* чем меньше уровень боковых лепестков, тем лучше эффект подавления просачивания других сигналов.