

Отчет по лабораторной работе №1
Согласованные фильтры

Выполнили студенты 450 группы
Понур К.А., Хавьер, Шиков А.П.

Нижний Новгород, 2020

Цель работы: Тут цель

1. Теоритическая часть

Тут теория

2. Практическая часть

Тут практика

2.1. Задание 1. Простые и сложные сигналы и их свойства

В этом задании рассматриваются особенности простых и сложных сигналов, которые проявляются в поведении спектров сигналов. Следует проследить за тем, какие существуют закономерности при изменении спектров в зависимости от изменения временных параметров простых и сложных сигналов. Для каждого рассмотренного сигнала $m(t)$ строятся графики реализации сигнала, амплитудного и фазового спектров, а так же функция корреляции и спектральная плотность энергии.

На что ответить в отчете:

1. Получить оценку энергии импульса разными способами по экспериментальным данным. Сравнить результаты с теоретическими.
2. **Done, надо пояснения** Для всех четырех видов сигнала оценить базу, используя формулу $B = T \cdot \Delta f$, где T - эффективная длительность, Δf - эффективная ширина полосы спектра сигнала. За оценку ширины следует принять половину расстояния между первыми нулями (ширины главного лепестка).
3. Пояснить, как изменяется фазовый спектр сигнала, в том диапазоне частот, где лежит основная энергия сигнала. Показать с помощью рисунка, как происходит сложение гармонических составляющих сигнала. Выделить на графиках амплитудного и энергетического спектров диапазон частот, в котором лежит основная энергия сигнала. Как изменяется фазовый спектр сигнала в этом диапазоне частот? Почему физический амплитудный спектр имеет смысл рассматривать только внутри этой полосы?
4. **Done, надо пояснения** Для ЛЧМ сигнала сравнить протяженность корреляционной функции с длительностью сигнала. Во сколько раз она меньше длительности сигнала?
5. **Done, надо пояснения** Для ЛЧМ сигнала оценить диапазон изменения фазовых сдвигов у гармоник сигнала в пределах полосы амплитудного спектра. Нарисовать амплитудный спектр в приближенном виде (аппроксимируя прямоугольником) и посмотреть, какой в этих пределах фазовый спектр.

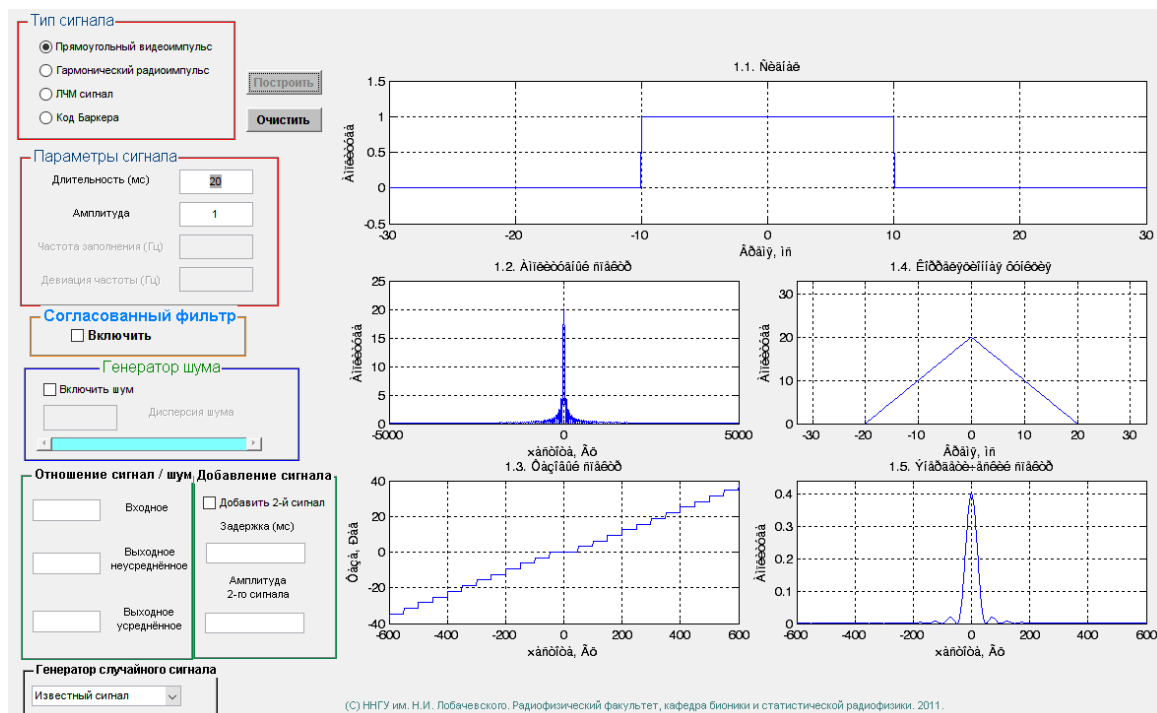


Рис. 2: 20ms

База

Найдем базу для прямоугольного импульса по следующей формуле:

$$B = T \cdot \Delta f, \quad (1)$$

где T - эффективная длительность, Δf - эффективная ширина полосы спектра сигнала (в качестве оценки берется половина ширины главного лепестка амплитудного спектра).

$$B_{10ms} = 10^{-2} \cdot 100 = 1, \quad B_{20ms} = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 1 \quad (2)$$

База прямоугольного импульса равна единице, что означает что это простой сигнал. Таким образом справедливо соотношение $\Delta f = \frac{1}{T}$. Действительно, в соответствии с этой зависимостью, наблюдается сужение амплитудного спектра при увеличении длительности сигнала.

Спектры

Фазовый спектр ??, энергетический спектр так же сузился.

Энергия

Получим оценку энергии импульса. Для этого необходимо взять частотный диапазон, в котором фаза ϕ спектральных компонент равна нулю (откуда это и почему ??). В случае прямоугольного импульса (см. рис. 1), $\phi = 0, f \in [-100, 100]$ Гц. Полная энергия сигнала равна $2\pi T$ (см. формулу 49 методички $\int \epsilon(\omega) d\omega$). Найдем значение энергии в диапазоне

2.1.2 Прямоугольный видеоимпульс с гармоническим заполнением

Тип сигнала

☐ Прямоугольный видеосигнал
☒ Гармонический радиосигнал
☐ ЛЧМ сигнал
☐ Код Баркера

Параметры сигнала

Длительность (мс):
 Амплитуда:
 Частота заполнения (Гц):
 Девияция частоты (Гц):

Согласованный фильтр

☐ Включить

Генератор шума

☐ Включить шум
 Дисперсия шума:

Отношение сигнал / шум

Добавление сигнала: ☐

Входное:

Выходное неусреднённое:

Выходное усреднённое:

Добавить 2-й сигнал: ☐

Задержка (мс):

Амплитуда 2-го сигнала:

Генератор случайного сигнала

Известный сигнал:

1.1. $\text{N}\epsilon\alpha\iota\acute{\alpha}\epsilon$

1.2. $\text{A}\lambda\epsilon\epsilon\sigma\alpha\acute{\alpha}\epsilon\ \mu\lambda\epsilon\sigma\sigma$

1.3. $\text{O}\alpha\sigma\tau\acute{\alpha}\epsilon\ \mu\lambda\epsilon\sigma\sigma$

1.4. $\text{E}\tau\delta\delta\alpha\epsilon\upsilon\sigma\epsilon\tau\tau\acute{\iota}\alpha\gamma\ \sigma\acute{\alpha}\epsilon\sigma\epsilon\gamma$

1.5. $\text{Y}\iota\delta\alpha\alpha\sigma\epsilon\text{-}\lambda\epsilon\sigma\sigma\ \mu\lambda\epsilon\sigma\sigma$

(С) ННГУ им. Н.И. Лобачевского. Радиофизический факультет, кафедра бионики и статистической радиофизики. 2011.

Рис. 3: 10ms

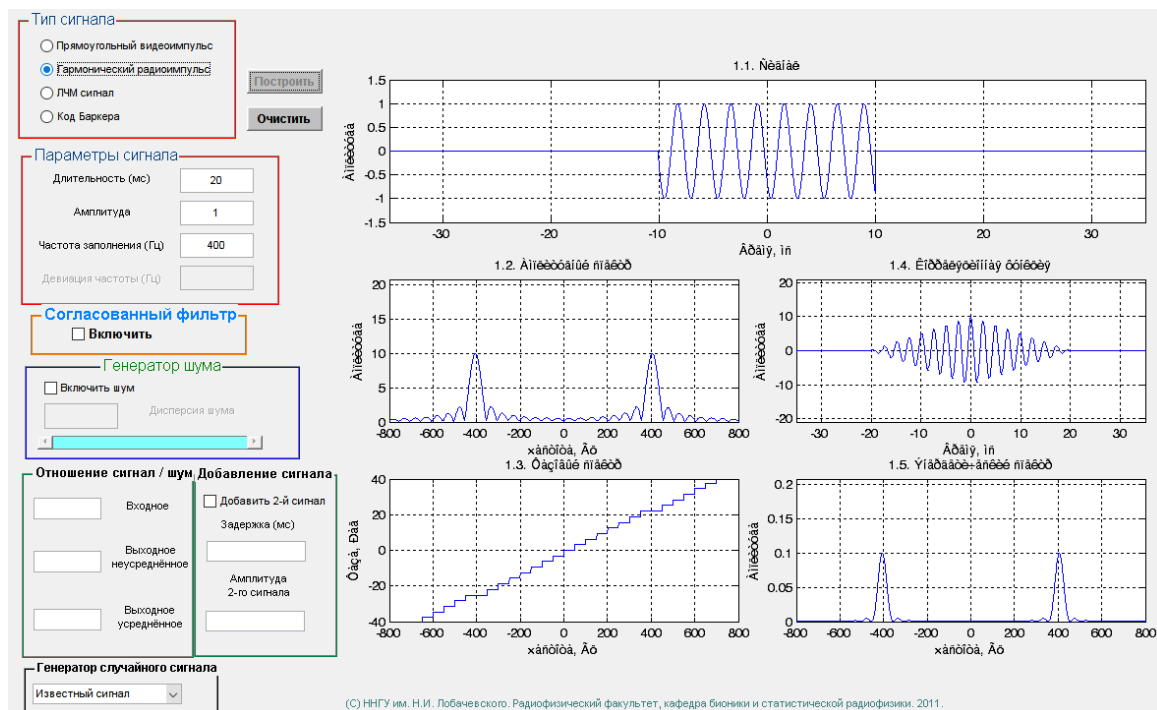


Рис. 4: 20ms

При увеличении длительности сигнала амплитудный спектр ??, фазовый спектр ??, энергетический спектр ??.

$$B_{10ms} = 10^{-2} \cdot 100 = 1, \quad B_{20ms} = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 1 \quad (3)$$

Значение базы - единица, означает что радиоимпульс это простой сигнал.

2.1.3 Линейно-частотный модулированный импульс

Получить временные реализации ЛЧМ сигнала с параметрами:

- длительность 100мс, средняя частота заполнения 1000Гц, девиация 500Гц;
- длительность 100мс, средняя частота заполнения 1000Гц, девиация 1000Гц
- амплитуда 1.

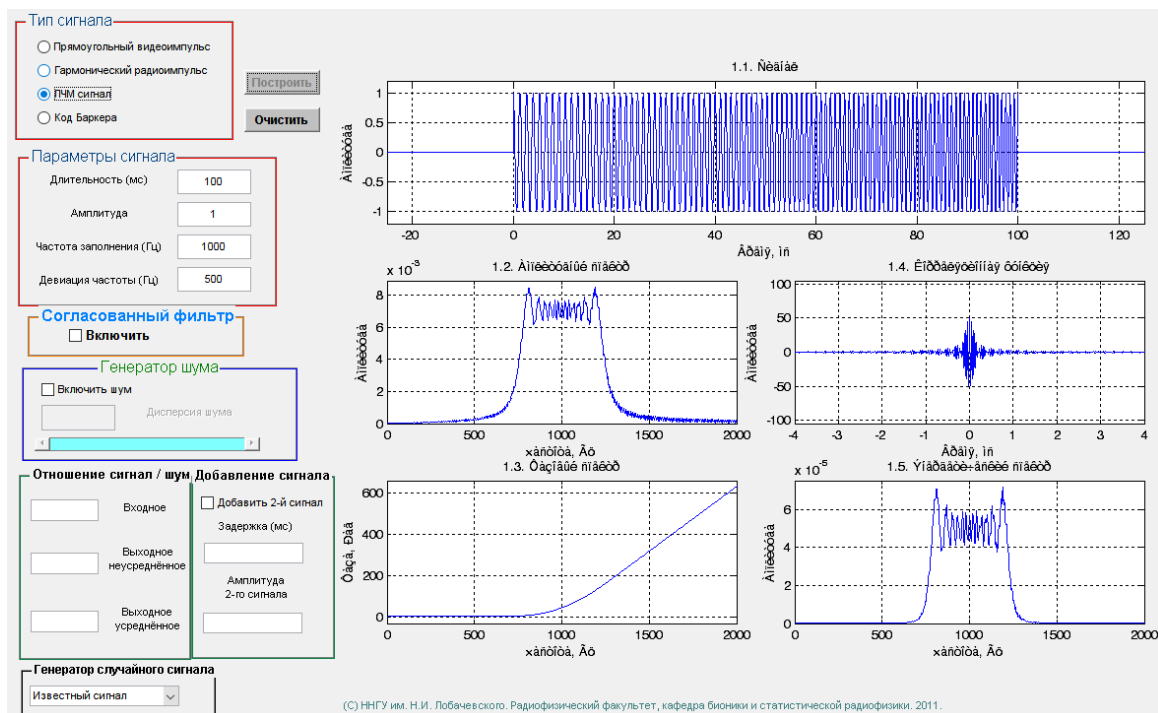


Рис. 5: 500 Гц

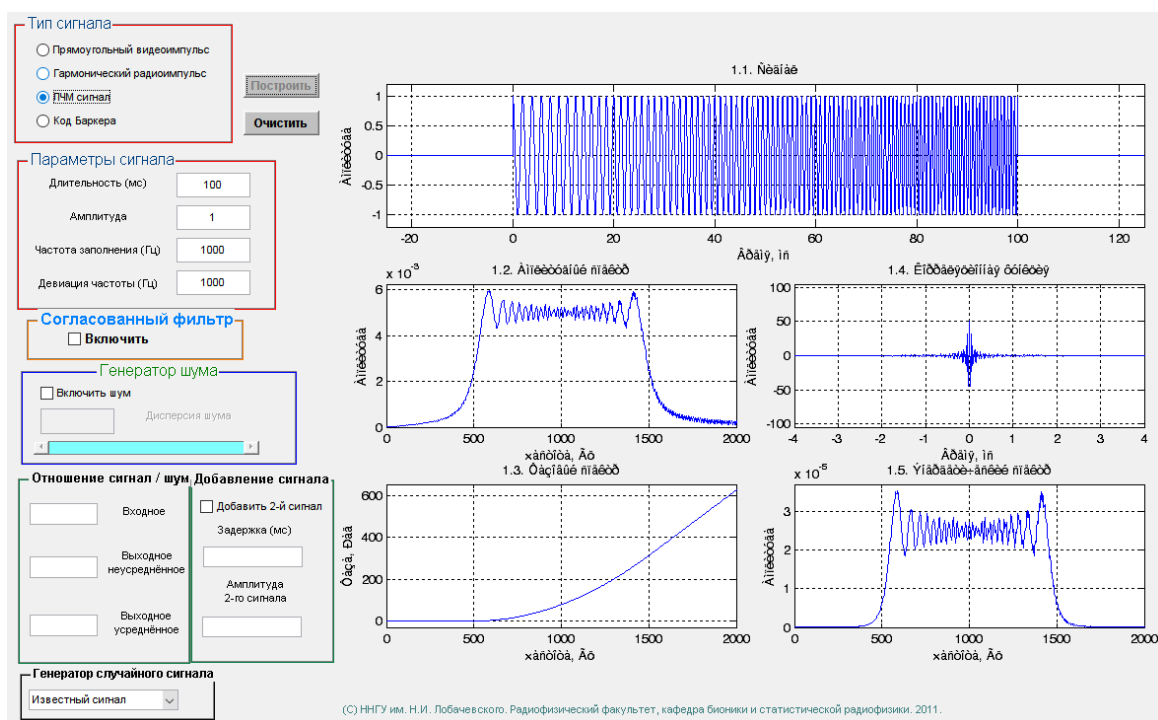


Рис. 6: 1000 Гц

$$B_{500Hz} = 100 \cdot 10^{-3} \cdot (1260 - 760) = 50, \quad B_{1000Hz} = 100 \cdot 10^{-3} \cdot (1500 - 500) = 100 \quad (4)$$

Для ЛЧМ сигнала сравнить протяженность корреляционной функции с длительностью сигнала. Во сколько раз она меньше длительности сигнала?

При длительности ЛЧМ сигнала 100 мс, протяженность функции корреляции составила всего 0.4 мс, что в 250 раз меньше.

Для ЛЧМ сигнала оценить диапазон изменения фазовых сдвигов у гармоник сигнала в пределах полосы амплитудного спектра. Нарисовать амплитудный спектр в приближенном виде (аппроксимируя прямоугольником) и посмотреть, какой в этих пределах фазовый спектр.

Диапазон изменения фазовых сдвигов в случае девиации 500 Гц составил $\phi \in [0 - 160]$ радиан (см. рис. 7), в случае девиации 1000 Гц составил $\phi \in [0 - 260]$ радиан (см. рис. 8).

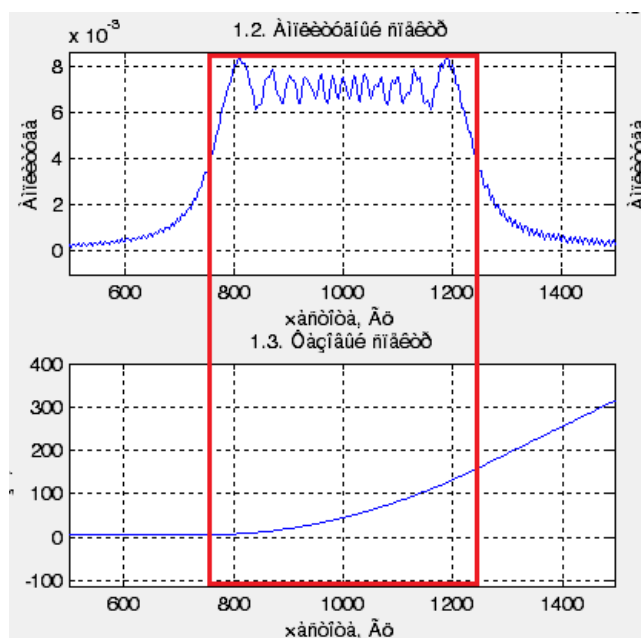


Рис. 7: Диапазон изменения фазовых сдвигов у гармоник сигнала, девиация 500 Гц

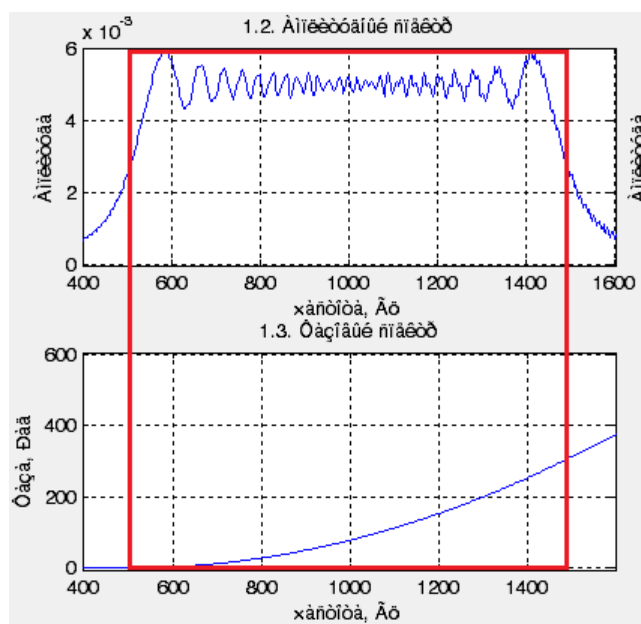


Рис. 8: Диапазон изменения фазовых сдвигов у гармоник сигнала, девиация 1000 Гц

2.1.4 Код Баркера

Получить реализации для кода Баркера ($N=13$) при длительности 13мс и 26мс

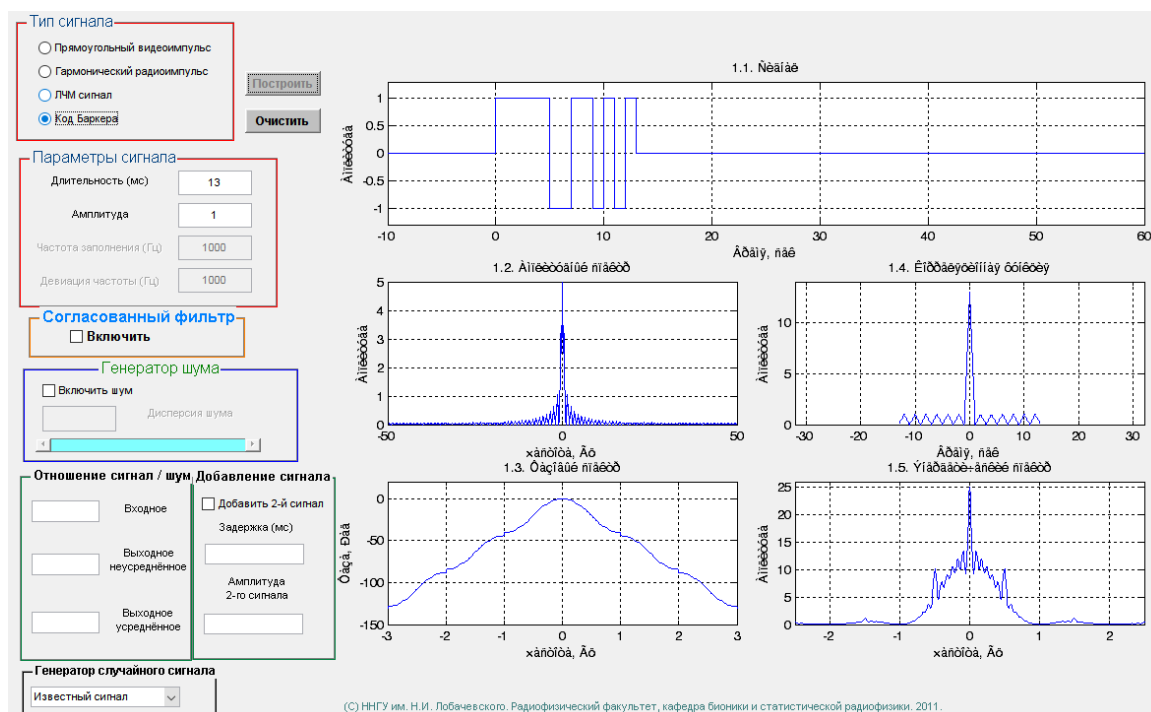


Рис. 9: 13 мс

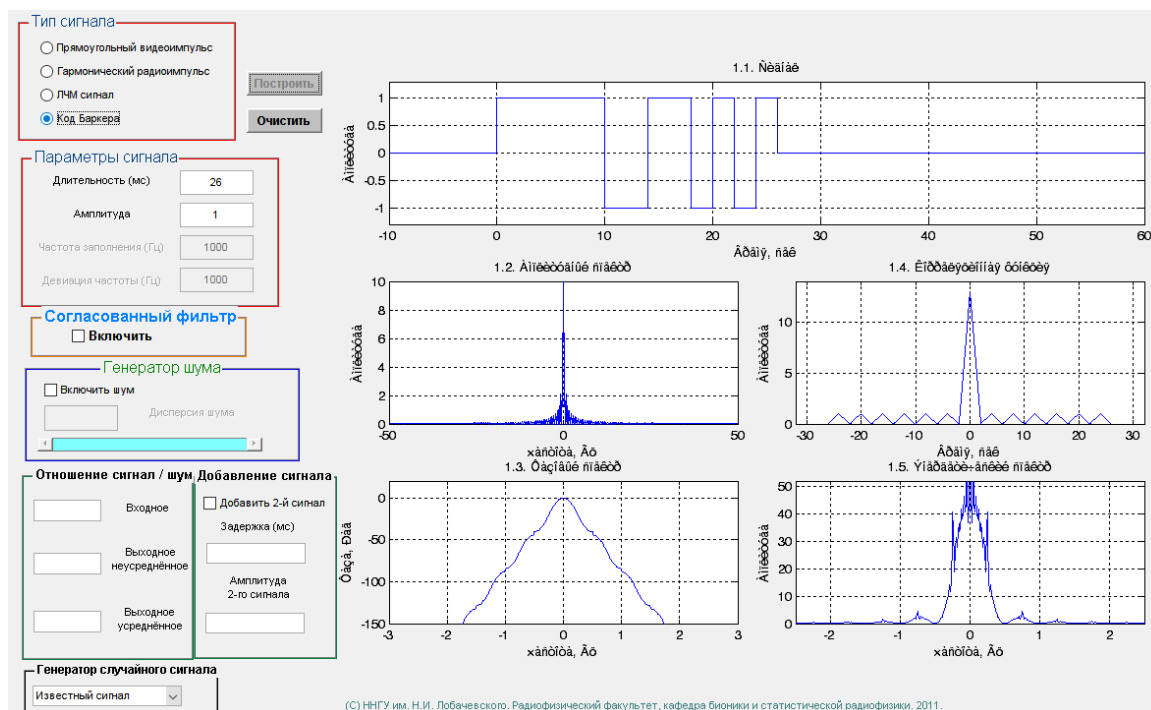


Рис. 10: 26 мс

$$B_{13ms} = 13 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 13 \cdot 10^{-3}, \quad B_{26ms} = 26 \cdot 10^{-3} \cdot 0.5 = 13 \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

- 2.2. Задание 2. Параметры согласованного фильтра и выходного сигнала
- 2.3. Задание 3. Согласованная фильтрация линейно-частотно модулированного сигнала
- 2.4. Задание 4. Зависимость отношения сигнал/шум на выходе согласованного фильтра от параметров входного сигнала
- 2.5. Задание 5. Разрешение во времени простых и сложных сигналов при согласованной фильтрации.
- 2.6. Задание 6. Различение сигналов.
3. Вывод

4. Дополнение

Здесь приведены некоторые вопросы, которые разбирались на сдаче отчета