

Практическое занятие №7-8

Исследование результатов быстрого преобразования Фурье (БПФ) для простейших временных функций (единичная, синусоидальная, экспоненциальная) при варьировании интервала времени дискретизации входного сигнала. Изучение влияния наложения.

Цель практической работы: Научиться производить БПФ простейших временных функций при варьировании интервала времени дискретизации входного сигнала.

Задачи практической работы:

1. Произвести БПФ единичной функции при $T=20,40,60,80$ мс;
2. Построить АЧХ и ФЧХ спектра единичной функции при $T=20,40,60,80$ мс;
3. Вывести результирующий график АЧХ, по результатам сделать вывод;
4. Вывести результирующий график ФЧХ, по результатам сделать вывод;
5. Произвести БПФ синусоидальной функции при $T=20,40,60,80$ мс;
6. Построить АЧХ и ФЧХ спектра синусоидальной функции при $T=20,40,60,80$ мс;
7. Вывести результирующий график АЧХ, по результатам сделать вывод;
8. Вывести результирующий график ФЧХ, по результатам сделать вывод;
9. Произвести БПФ экспоненциальной функции при $T=20,40,60,80$ мс;
10. Построить АЧХ и ФЧХ спектра экспоненциальной функции при $T=20,40,60,80$ мс;
11. Вывести результирующий график АЧХ, по результатам сделать вывод;
12. Вывести результирующий график ФЧХ, по результатам сделать вывод;

Краткое содержание работы

Быстрое преобразование Фурье (FFT) - это математическая функция в цифровых осциллографах, позволяющая получить из временной зависимости сигнала его частотные компоненты, т.е. проводить спектральный анализ сигналов.

Если представить любой сигнал в виде суммы бесконечного множества гармонических колебаний, каждая из которых имеет свою собственную частоту, амплитуду и фазу, то мы получим ряд Фурье. Для того, чтобы увидеть спектр этого сигнала, необходимо ряд Фурье отобразить в декартовой системе координат, где ось X представляет собой частотную ось, а по оси Y отсчитываются амплитуда частотных компонент, составляющих входной

сигнал. Результирующая дискретная последовательность точек будет уникальным образом описывать аналоговый сигнал, лишь при высокой частоте дискретизации. Необходимо взять в пять раз выше самой высокой частотной компоненты сигнала. Это важное условие для достоверного аппроксимирования исходной формы сигнала. С помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ) мы можем регистрировать переходные процессы, возникающие в нормальных и аварийных режимах на исследуемом участке сети.

БПФ позволяет сократить количество математических операций и соответственно время вычисления по сравнению с непосредственным расчетом дискретного преобразования Фурье. Можно выделить важные для практического применения особенности:

- количество точек для БПФ должно быть пропорционально, а для большинства случаев равно 2^N , где N — целое число;
- разрешение по частоте ΔF , получаемое при спектральном анализе с помощью БПФ, вычисляется по формуле: $\Delta F = F_s/M$, где M — количество временных отсчетов сигнала, используемых для БПФ, F_s — частота дискретизации цифровых запоминающих осциллографов. Частота дискретизации должна удовлетворять условиям теоремы Котельникова, то есть быть как минимум в 2 раза больше максимально необходимого для спектрального анализа частотного компонента входного сигнала.

Изучение влияния наложения

Основным объяснением эффекта наложения спектров является то, что один и тот же набор отсчетов соответствует множеству синусоидальных волн. Точки на рис. 3.5 соответствуют последовательности моментальных значений оцифровки. Как вы можете убедиться, через эти точки проходит несколько различных синусоидальных волн. И, наоборот, при дискретизации любой из этих синусоидальных волн получатся именно эти отсчеты. Вследствие этой неопределенности результаты дискретизации (или синтеза) звука могут вас удивить. Поскольку через эти точки проходит множество сигналов, не исключено, что выходная цепь цифроаналогового преобразователя выберет сигнал, который может отличаться от того, какой вы ожидали получить.

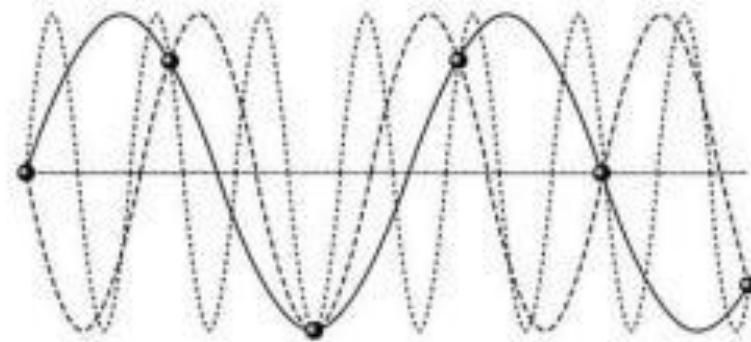


Рис. 3.5. Наложение спектров: одни и те же отсчеты могут быть получены при дискретизации различных синусоидальных волн

К счастью, таким выходным цепям свойственна инерционность всегда выбираются частоты, не превышающие предел Найквиста. Следовательно, если вы хотите получить правильный выходной сигнал, вы должны гарантировать, что в обрабатываемом звуке нет составляющих, частота которых превышает частоту Найквиста. При записи звука это практически не создает проблем, так как при цифроаналоговом преобразовании для удаления этих высоких частот используется фильтр нижних частот. Тем не менее проблемы могут возникнуть при цифровом синтезировании звука.

Теоретически, наложение спектров в цифровом сигнале полностью производится на первом этапе цифроаналогового преобразования. Нежелательные последствия этого наложения должны быть каким-то образом удалены. Удаление наложения спектров в выходном сигнале заключается в использовании на выходе аналогового фильтра.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Проведение практической работы осуществляется в компьютерном классе кафедры «Электроэнергетические системы и сети» (аудитория Б-302 Б), на персональных компьютерах с предустановленным приложением «Excel 2003.exe».

Для запуска приложения «Excel.exe» студент должен в меню «Пуск» найти подменю «Все программы» → «Microsoft Office 2003» и запустить приложение «Excel 2003» в раскрывающемся списке.

При этом откроется окно приложения «Excel 2003» и будет предложено создать проект или открыть уже существующий (рис. 1).

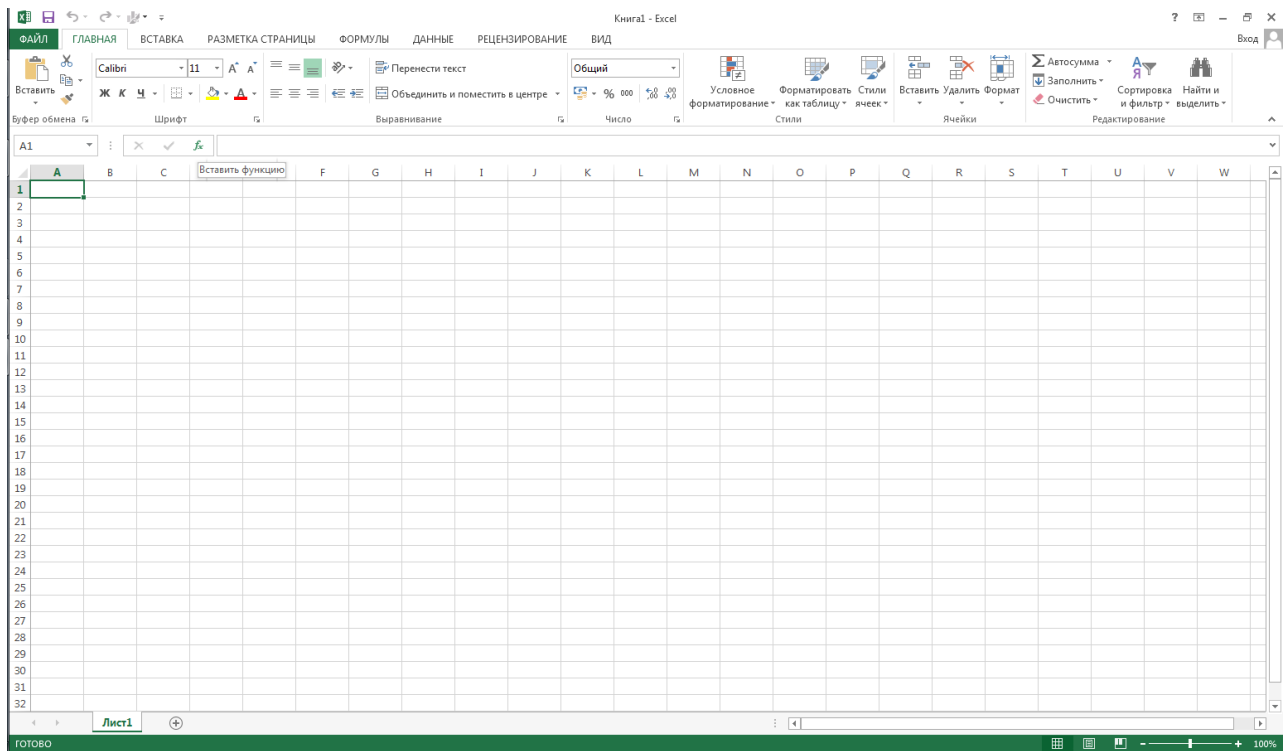


Рис. 1. Начало работы с Excel 2003

Рекомендуется название проекта составить исходя из названия временной функции и ее параметров, например, Единичная функция $A = 1, f = 50, F = 0, T = 20, dt = 1, N = 1024$ (рис. 2).

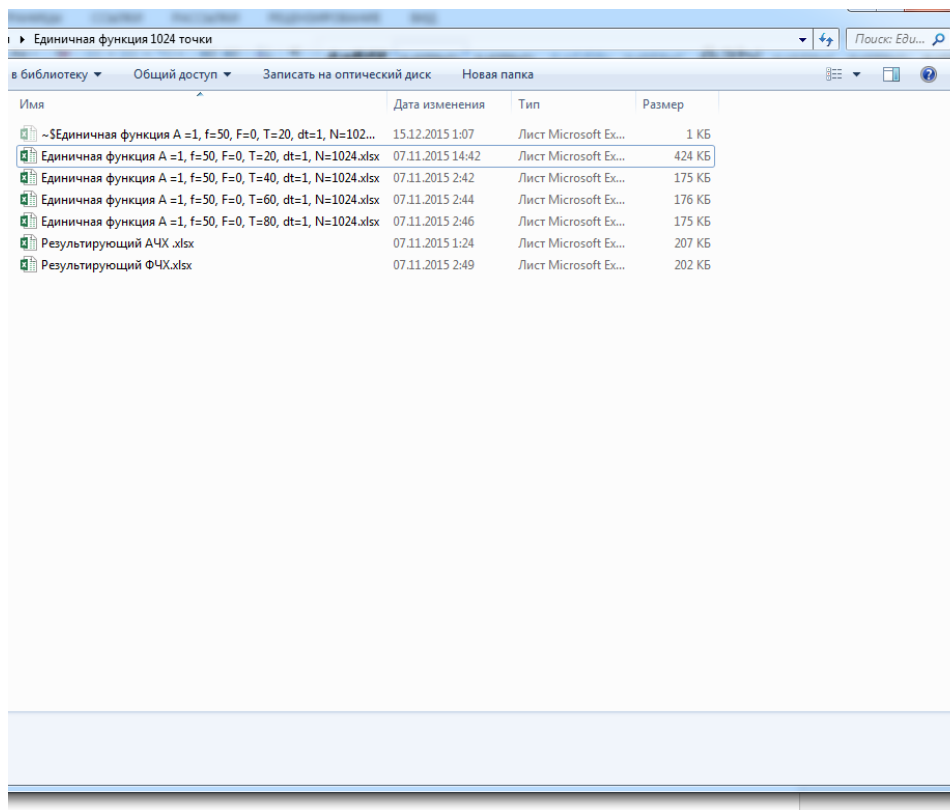


Рис. 2. Рекомендуемое название Excel документов

Примерный ход выполнения практической работы

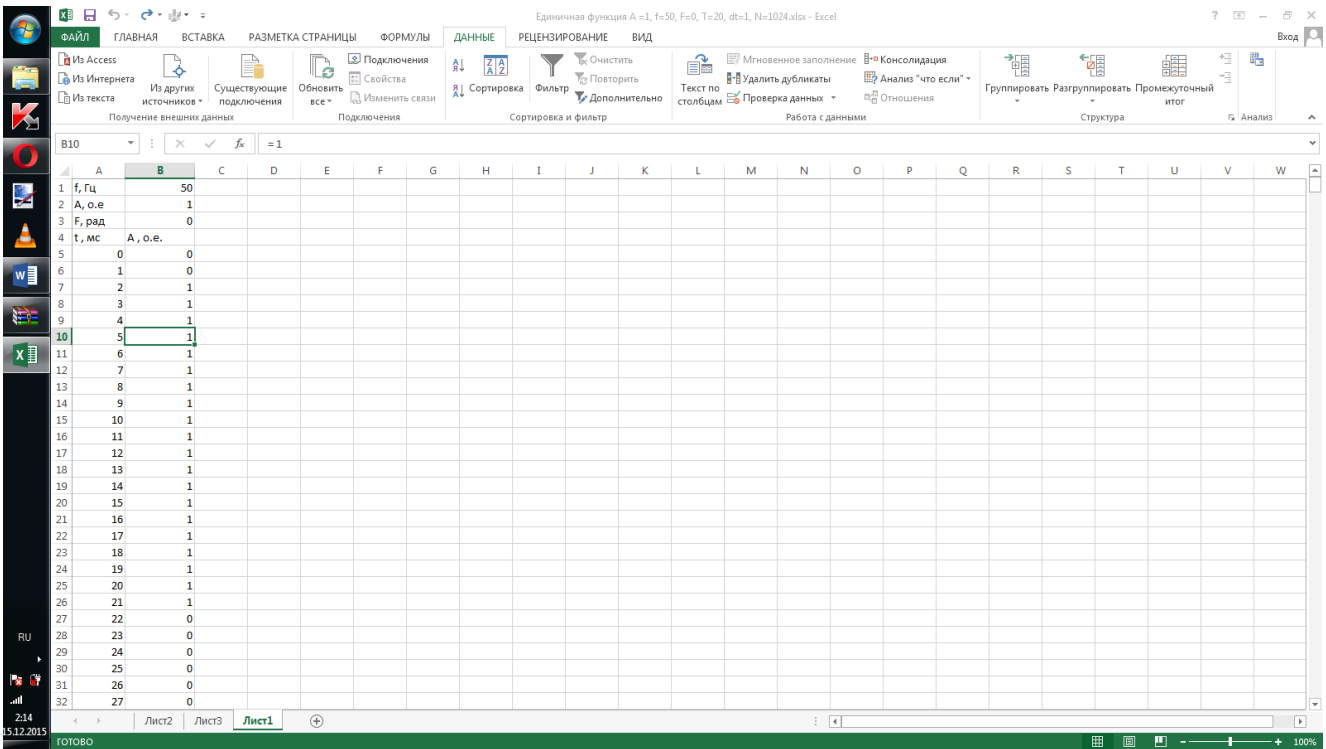


Рис. 3. Шаг 1. Построение единичной функции

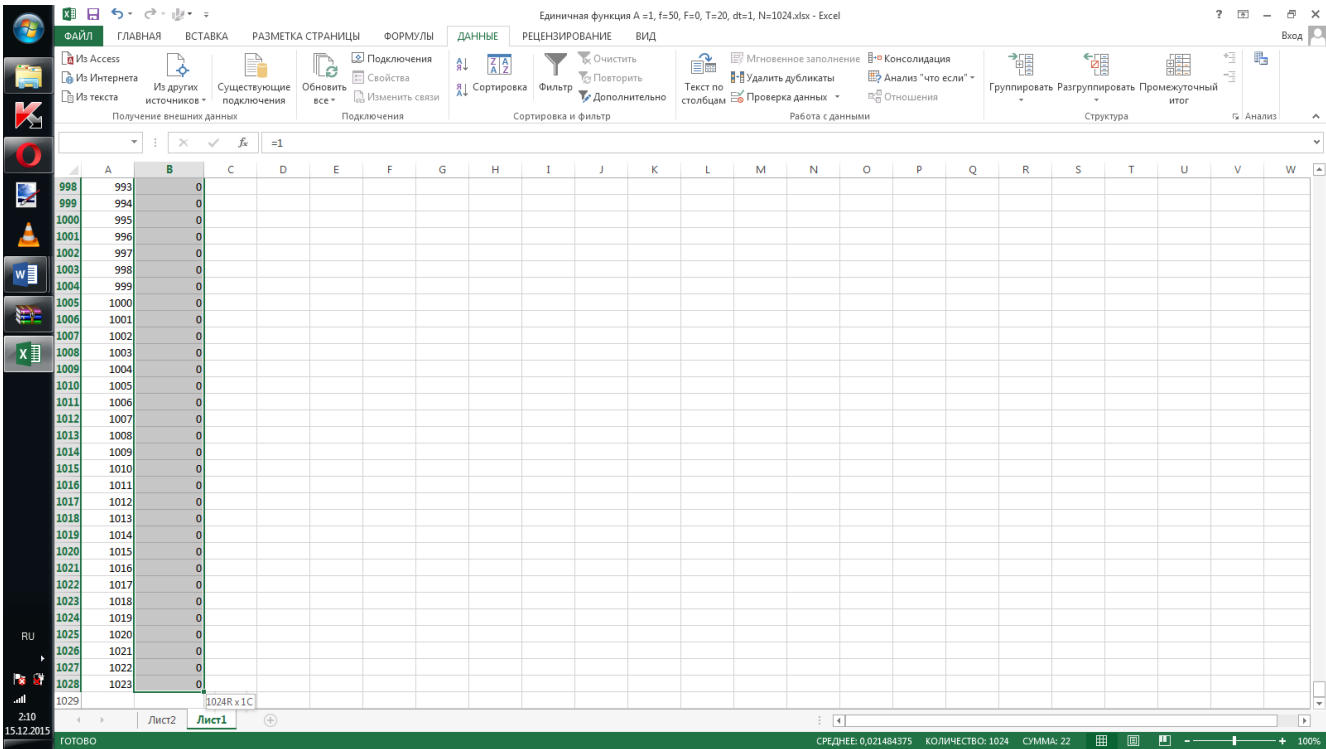


Рис. 4. Шаг 2. Построение единичной функции

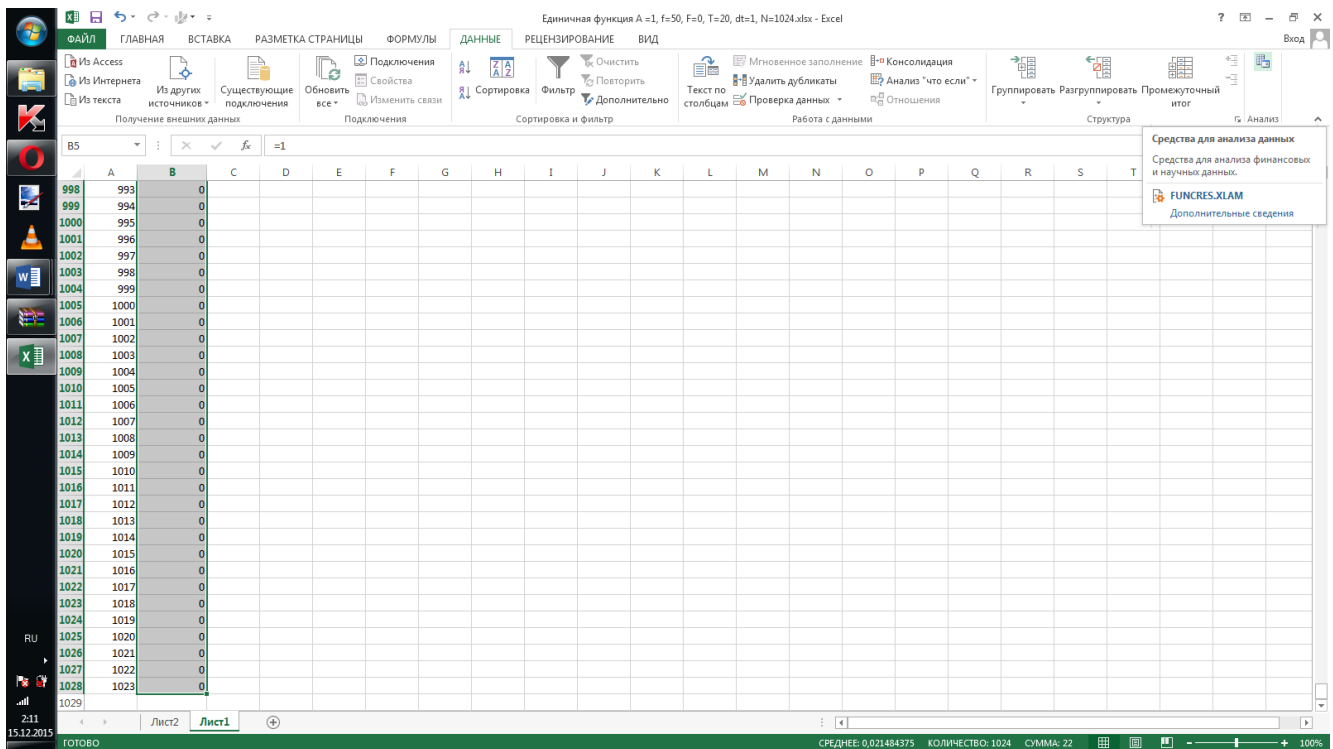


Рис. 5. Шаг 3. Переход во вкладку Данные-Анализ данных

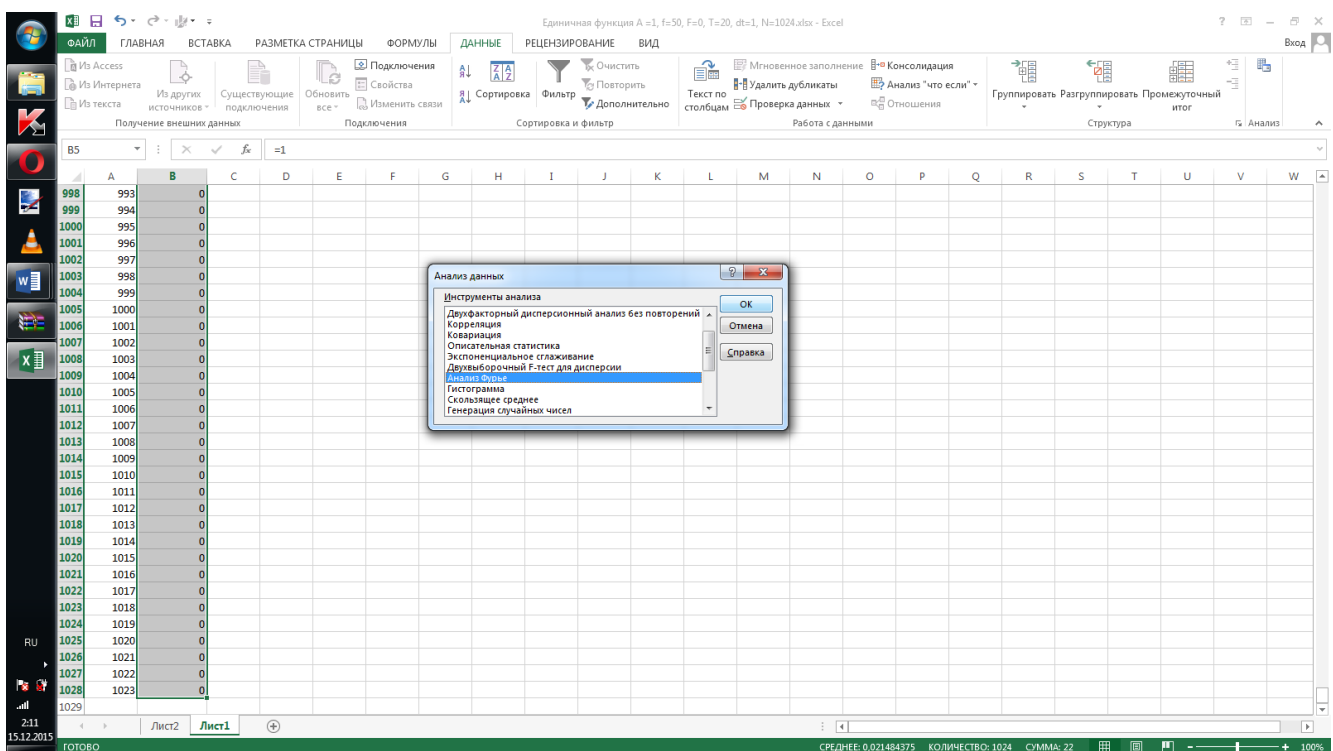


Рис. 6. Шаг 4. Выбор быстрого преобразования Фурье

ОТЧЕТ

Отчет содержит:

- титульный лист с названием учебного заведения, кафедры и лабораторной работы; ф.и.о. студента и преподавателя; год и место выполнения работы;
- протокол испытаний с расчетными и экспериментальными данными и осциллограммами, подписанный преподавателем;
- графическое оформление полученных результатов;
- выводы о соответствии прогнозируемых результатов с полученными.