

УДК 53.089.6

ЛАБОРАТОРНЫЙ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ АМПЛИТУДНЫЙ АНАЛИЗАТОР НА ОСНОВЕ АМПЛИТУДНО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ВИЛКИНСОНА

Якуба В.В., студент гр. 244101

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники¹ г. Минск, Республика Беларусь

Русакович В. Н. – старший преподаватель кафедры электроники

Целью данной работы является создание многоканального амплитудного анализатора и измерение его параметров, таких как ширина канала, дифференциальная нелинейность и интегральная нелинейность.

Современные научные и промышленные исследования в области использования источников атомной энергии и технологиях их переработки требуют высокоточных методов регистрации частиц и обработки сигналов детекторов, особенно в спектрометрии, где ключевую роль играет точность регистрации амплитудных характеристик. Данные требования позволяют достичь лабораторные спектрометрические амплитудные анализаторы на основе амплитудно-цифровых преобразователей (АЦП) с преобразованием Вилкинсона. Основной частью многоканального анализатора является амплитудно-цифровой преобразователь. Он предназначен для оцифровки амплитуды сигналов, поступающих на вход и передачи их дальше. В данном случае многоканальный анализатор будет состоять из следующих частей: АЦП со штатным источником питания и персональный компьютер с ПО для получения данных от АЦП и предоставление их пользователю.



Рисунок 1 – Модель рассматриваемого МАА

Данный АЦП имеет 8к каналов, однако все измерения проводились для 4к каналов, так как демонстрационная версия программы для обработки данных АЦП не позволяет установить ширину канала меньше, чем 1мВ.

После 10 минут с момента начала работы АЦП были произведены измерения каналов для следующих значений амплитуд (0.05В, 0.25В, 0.45В, 0.5В, 0.75В, 1В, 1.25В, 1.5В, 1.75В, 2В, 2.25В, 2.5В, 2.75В, 3В, 3.25В, 3.5В, 3.75В, 4В, 4.25В, 4.5В, 4.75В, 5В)

Для низкой части, использовали значения амплитуд $A_1=0.45В$, $A_2=1.5В$, полученные в ходе эксперимента центры тяжести для них равны: $M_1=366$, $M_2=1217$. Подставив значения в формулу 1 получаем:

$$H_1=((A_2-A_1)*1000)/(M_2-M_1)=((1.5-0.45)*1000)/(1217-366)=1.234мВ$$

Для средней части: $A_1=2В$, $A_2=3В$ и $M_1=1627$, $M_2=2443$, находим результат:

$$H_2=((A_2-A_1)*1000)/(M_2-M_1)=((3-2)*1000)/(2443-1627)=1.22549мВ$$

Для высокой части: $A_1=3.5В$, $A_2=4.5В$ и $M_1=2849$, $M_2=3665$:

$$H_3=((A_2-A_1)*1000)/(M_2-M_1)=((4.5-3.5)*1000)/(3665-2849)=1.22549мВ$$

Для оценки ширины канала на всем диапазоне использовались следующие значения: $A_1=0.45B$, $A_2=4.5B$ и $M_1=366$, $M_2=3665$:

$$H_4 = ((A_2 - A_1) * 1000) / (M_2 - M_1) = ((4.5 - 0.45) * 1000) / (3665 - 366) = 1.22549 \text{ мВ}$$

Затем по следующей формуле была найдена интегральная нелинейность:

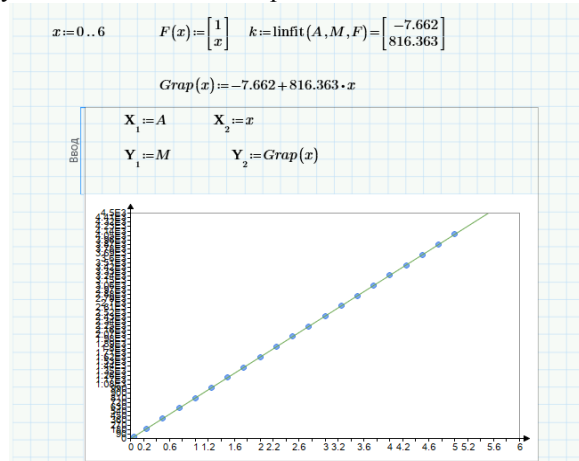


Рисунок 2-Графики интегральной нелинейности

$$K_{\text{И}} = \frac{\left| A_i - \left(\frac{A_{20} - A_2}{M_{20} - M_2} * M_i + \frac{A_2 * M_{20} - A_{20} * M_2}{M_{20} - M_2} \right) \right|_{\text{max}}}{A_{\text{max}}} * 100\% = 0.04$$

Получили график идеальной и экспериментальной интегральной нелинейности:

Расчет дифференциальной нелинейности производился по следующей формуле:

$$K_{\text{Д}} = \frac{|H_i - H_{\text{sr}}|_{\text{max}}}{H_{\text{sr}}} * 100 = 0.779$$

Список использованных источников:

1. Гаврилов Л.Е. Основы ядерной электроники. М: МИФИ, 2010г.
2. «Электронные методы ядерно-физического эксперимента». Под редакцией В.А. Григорьева, М., «Энергоатомиздат», 1988г.
3. «Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике». Под редакцией Ю.К. Акимова, М., «Энергоатомиздат», 1989г.
4. ГОСТ 22252-82 «Анализаторы многоканальные амплитудные. Методы измерения параметров». Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200015488>
5. <http://aspect.dubna.ru>