

Лабораторная работа №2.

Изучение сцинтилляционного детектора элементарных частиц

1. Ознакомление с конструкцией сцинтилляционных детекторов

Сцинтилляционный детектор состоит из сцинтиллятора, системы светосбора и фотоприёмника. Из всего разнообразия существующих детекторов мы будем исследовать детекторы с пластиковым сцинтиллятором и использующие в качестве фотоприёмника вакуумный фотоэлектронный умножитель (ФЭУ). Мы познакомимся с системами светосбора двух видов – объёмной и на основе оптоволоконной технологии. Принцип работы сцинтилляционного детектора основан на том, что при пролёте заряженной элементарной частицы через сцинтиллятор идёт процесс возбуждения атомов с последующим излучением кванта. Основная часть энергетических потерь частицы связана с процессом ионизации, и только небольшая часть энергии идёт на возбуждение атомов. При возвращении атомов в основное состояние излучаются кванты определённой длины волны, которые регистрируются с помощью ФЭУ. Таким образом, электрический импульс, получаемый от ФЭУ позволяет нам фиксировать время пролёта частицы, а также даёт определённую информацию о параметрах пролетевшей частицы. При пролёте через сцинтиллятор незаряженной частицы или γ -кванта, в результате взаимодействия с веществом могут возникнуть вторичные электроны, которые и регистрируются с помощью сцинтиллятора.

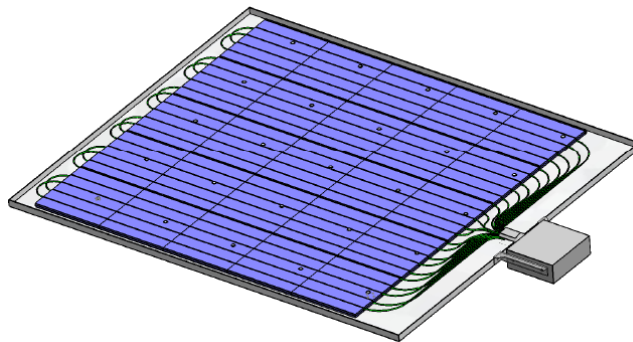


Рис.1. Внутреннее устройство сцинтилляционного детектора с оптоволоконной системой светосбора

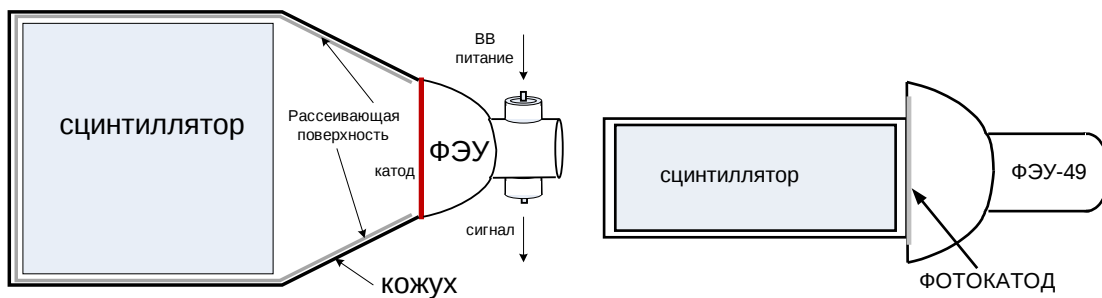


Рис.2. Схематическое изображение двух типов сцинтилляционного детектора с объёмной системой светосбора.

Вакуумный ФЭУ (в отличие от силиконового) представляет собой вакуумный прибор, преобразующий энергию световых вспышек в электрические импульсы посредством внешнего фотоэффекта. Фотоны выбивают из катода электроны, создавая фототок (Рис 3). Фотоэлектроны ускоряются электрическим полем и выбивают из первого динода вторичные электроны. Этот процесс умножения числа электронов последовательно повторяется на остальных динодах. В результате, число электронов, приходящих на анод значительно превышает число фотоэлектронов, создавая ток, значительно превышающий первичный фототок. Усиление может достигать порядка 10^6 . Для работы ФЭУ требуется высокое напряжение порядка 2000В, которое распределяется между динодами с помощью делителя.

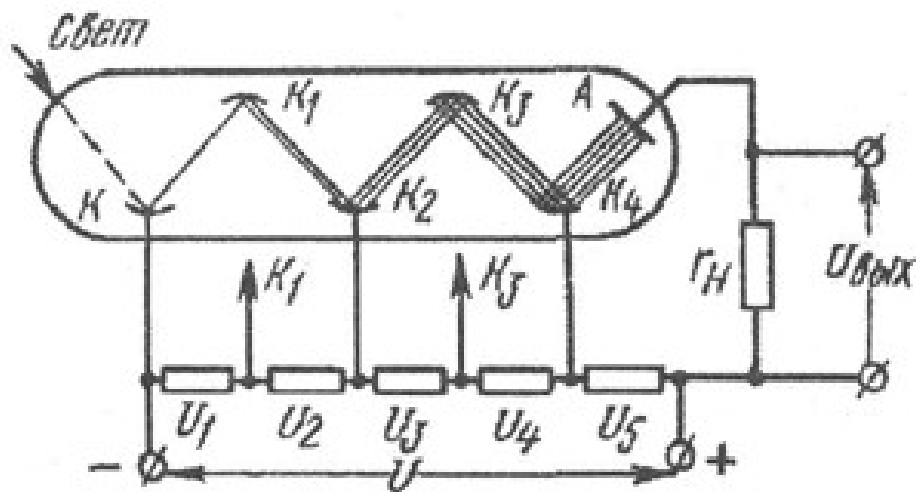


Рис.3. Устройство и схема включения питания ФЭУ

Задание 1. Ознакомление со сцинтилляционными детекторами.

ПРИБОРЫ: сцинтилляционный детектор с объёмной системой светосбора, сцинтилляционный детектор с оптоволоконной системой светосбора, ФЭУ49, ФЭУ30

- Ознакомление с пластиковым сцинтиллятором
- Ознакомление с ФЭУ 31
- Ознакомление с ФЭУ 125
- Ознакомление с ФЭУ 49
- Ознакомление с делителем и схемой включения ФЭУ 49
- Ознакомление с конструкцией фотоприёмника с ФЭУ 49
- Ознакомление с конструкцией сцинтилляционного детектора с объёмной системой светосбора.
- Ознакомление с конструкцией сцинтилляционного детектора с оптоволоконной системой светосбора.

2. Изучение работы ФЭУ

Целью данной работы является наблюдение реакции ФЭУ на световые импульсы от светодиода. Работа проводится на испытательном стенде, схематическое изображение которого приведено на Рис.4.

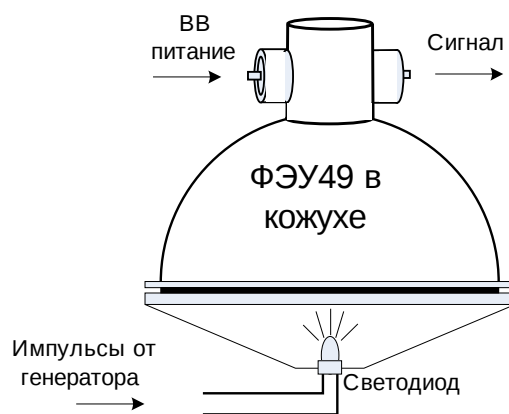


Рис.4. Схематическое изображение устройства испытательного стенда ФЭУ.

Задание 2. Изучение работы ФЭУ.

ПРИБОРЫ: Испытательный стенд, ФЭУ49, импульсный генератор, источник высокого напряжения N1130-4, осциллограф, нагрузка 50Ω.

- Установить ФЭУ на стенд.
- Подключить источник высокого напряжения к ФЭУ
- Установить на источнике высокого напряжения 1500В
- Наблюдая на осциллографе выход ФЭУ, убедиться, что внешний свет не попадает на катод ФЭУ.
- Включить генератор и установить параметры импульсов – длительность 50нс, амплитуду 2В.
- Измерить параметры импульса ФЭУ, объяснить его вид.
- Убедиться, что ФЭУ регистрирует все световые импульсы.
- Подключить нагрузку 50Ω к выходу ФЭУ, измерить параметры импульса ФЭУ, объяснить изменение его вида.

3. Ознакомление с работой сцинтилляционного детектора

Задание 3. Наблюдение работы сцинтилляционного детектора.

ПРИБОРЫ: сцинтилляционный детектор с объёмной системой светосбора, ФЭУ49, источник высокого напряжения N1130-4, осциллограф, нагрузка 50Ω.

- Установить фотоприёмник на сцинтиллятор.
- Подключить источник высокого напряжения к фотоприёмнику
- Установить на источнике высокого напряжения 1500В
- Наблюдать на осциллографе импульсы на выходе ФЭУ.
- Измерить параметры импульса ФЭУ, объяснить его вид
- Подключить нагрузку 50Ω к выходу фотоприёмника.
- Измерить параметры импульса ФЭУ, объяснить изменение его вида.