

Кремниевый фотоумножитель

Лабораторная работа для студентов 2-го курса МФТИ

Игорь Алексеев и Дмитрий Свирида

ИТЭФ, Москва

Цель работы ознакомление с работой SiPm.

1. Установка

Схема установки приведена на рис. 1:

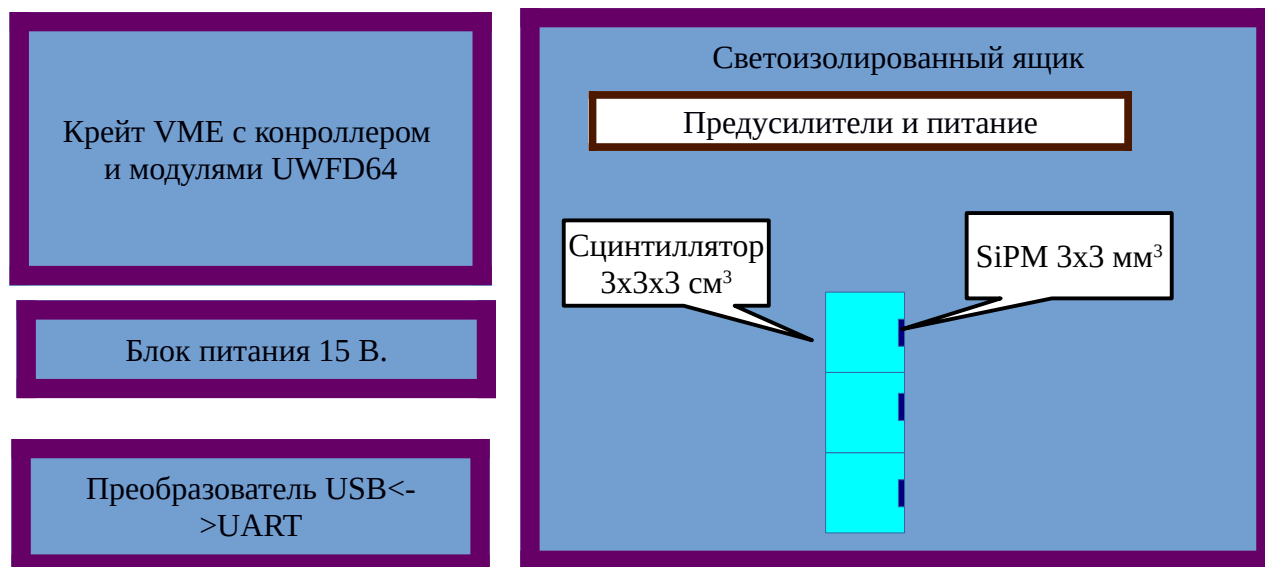


Рис. 1. Общая схема установки и расположение кубиков в светоизолирующем ящике.

В настоящей работе изучаются 3 SiPm 3x3 мм² Sensil 30050 (2668 ячеек) с размером ячейки 50 мкм, расположенных непосредственно на сцинтиллирующих кубиках 3x3x3 см³. Кубики покрыты белым светоотражающим слоем.

Сигналы от SiPm оцифровываются и могут быть записаны на диск. Для работы с установкой используются программы hv (установка рабочих напряжений на SiPm) и spanalyzer, знакомая по лабораторной с ФЭУ. Инструкция по работе с программами и компьютером дана в приложении.

Внимание ! Не открывать крышку светоизолирующего ящика при включенном напряжении на SiPm.

2. Включение установки

А. Включить платы питания с помощью программы hv:

Открыть новый текстовый терминал.

`ssh cvme1.danss.local (192.168.10.51)`

cd hvtool

./hv /dev/ttyS2 192

Нас будут интересовать каналы 1-3. Установить для начала «Base HV» 28.0 В (считанное значение !), индивидуальные поправки установить в 0.

Б. Запустить сбор информации (spanalyzer):

Открыть новый текстовый терминал

ssh server.danss.local (192.168.10.8)

cd spanalyzer

./spanalyzer -c labSiPm.conf

Нас будут интересовать каналы 16-18. Программа может показывать данные в одном из трёх режимов: гистограмма с индивидуальным триггером (Self), общим (Event) и просмотр сигналов в режиме осциллографа (Wave). В режиме индивидуального триггера записывается только данный канал, что позволяет записывать индивидуальные шумы SiPM.

3. Изучение сигналов от SiPm в режиме осциллографа

Установить переключатель программы «Wave». Посмотреть сигналы.

4. Изучение шума SiPm и определение величины перенапряжения

Переключиться на «Self». Меняя «Base HV» в диапазоне от 25.5 до 29.0 с шагом 0.5 В (измеренное значение) записать файлы примерно по 100 тыс. Хитов. [При записи файлов нужно в явном виде давать расширение .data]. При этом одновременно для каждого из трех каналов записывать положение одно и двух-пиксельных пиков. Построить график зависимости положения одно(двух)-пиксельного пика от напряжения, отфитировать прямой и найти точку ее пересечения с нулем. Это напряжение пробоя. Дома по записанным файлам определить для каждого из каналов crosstalk, т. е. сколько пикселей мы видим в среднем на один фотоэлектрон, и построить как функцию напряжения. Для этого нужно определить величину однопиксельного сигнала. Из root-файла гистограмма строится такой командой:

TD->Draw(«I>h(1000,0,1000)», «chan==53*64+16 && type == 0»)

Здесь: h — название гистограммы. Потом к ней можно будет обращаться h->...

53 — номер платы оцифровки, 64 — число каналов на плате, 16 — исследуемый канал.

type == 0 выбирает индивидуальные триггера.

Дальше нужно выделить часть гистограммы без шума при маленьких интегралах и получить среднее, как его считает root. crosstalk для построения определяется как:

$Cr = Mean / 1pix \rightarrow 1$, где $1pix$ — величина однопиксельного сигнала, а $Mean$ полученное среднее.

5. Наблюдение сигналов от космических мюонов

Установить с помощью индивидуальной подстройки на каждом из SiPM напряжение на 4 В выше пробоя. Записать файл 1 млн. хитов для дальнейшего анализа. Дома по записанному файлу определить:

- Какой из кубиков средний?
- Сколько фотоэлектронов на М.И.Р. (наиболее вероятное) мы получаем для каждого кубика?

В результате предварительной обработки исходного файла данных было записано два root-файла. Один, с тем же именем что и файл данных, понадобится для определения величины однопиксельного сигнала и кросстока. На самом деле нам нужно знать величину фотоэлектрона в интегральных единицах АЦП. Ответ на этот вопрос дает среднее гистограммы шумового сигнала без учета электронной наводки — $Mean$ из предыдущего раздела. Во втором файле (у него к имени добавлено «-evt») записаны события, как в работе по сцинтилляционному счетчику. Наши каналы 16, 17, 18. Построить сигнал в канале 16 при совпадении каналов 17 и 18 можно такой командой:

TD->Draw(«I[16]», «I[17] > 1000 && I[18] > 1000»)

Здесь 1000 взято в качестве порога на каналы 17 и 18. в качестве порога стоит использовать хотя бы 5 фотоэлектронов.

Приложение

Вход в систему

Во всех используемых компьютерах:

пользователь: *lab*

Работа с программой hv (управление питанием SiPm)

Программа hv расположена в директории ~/labSiPm в *cvme1.danss.local* (192.168.10.51). Для работы с ней нужно сделать ssh на этот компьютер и перейти в указанную директорию. Программа запускается с двумя аргументами:

`./hv <адрес последовательного порта> <номер платы>`

В данной работе используется порт /dev/ttyS2 и плата 192.

При запуске программы появляется окно:

The screenshot shows the hv control interface with the following elements and callouts:

- 1**: Points to the "Preamplifier power" button, which is currently "Off".
- 2**: Points to the "Base HV" control, showing a value of 64.00 V and a resulting voltage of 63.64 V.
- 3**: Points to the leakage current measurement, showing 0.57 uA.
- 4**: Points to the "Individual SiPm" section, which includes a table of channel settings.
- 5**: Points to the "Board address" dropdown menu, which is currently set to 33.

Channel	Set Voltage	Status	Resulting Voltage
Ch 1	7.72 V	Off	71.36 V
Ch 2	7.82 V	Off	71.46 V
Ch 3	7.52 V	Off	71.16 V
Ch 4	7.63 V	On	53.64 V
Ch 5	7.34 V	On	53.64 V
Ch 6	7.74 V	On	53.64 V
Ch 7	7.85 V	On	53.64 V
Ch 8	7.85 V	On	53.64 V
Ch 9	8.07 V	On	53.64 V
Ch 10	7.66 V	On	53.64 V
Ch 11	7.27 V	On	53.64 V
Ch 12	7.45 V	On	53.64 V
Ch 13	7.58 V	On	53.64 V
Ch 14	7.68 V	On	53.64 V
Ch 15	7.77 V	On	53.64 V

Здесь выносками обозначены:

1 — включение/выключение предусилителей (сейчас включены)

2 — включение и установка высокого напряжения (сейчас включено, установлено 64 В, по измерениям 63.64)

3 — измерение общего тока утечки (сейчас 0.57 мкА)

4 — управление включением/выключением индивидуальных каналов (сейчас включены каналы 1, 2, 3 и на них поданы 71.36, 71.46 и 71.16 В, соответственно). Напряжение на индивидуальном канале складывается из общего высокого и добавки.

5 — выбор номера платы.

Платы запоминают выставленные на них напряжения, но после включения питания оказываются в выключенном состоянии. Для восстановления питания достаточно просто нажать необходимые кнопки включения. Для выключения питания достаточно выключить высокое и предусилители. Индивидуальные каналы выключатся автоматически. Выбор другой платы и выход из программы не меняют напряжений.

Преобразование файлов из .data в .root

Для простой обработки файлов используются программы `dat2root3` и `dat2root4`, расположенные в той же директории. `dat2root3` преобразует файл данных в дерево с хитами без учёта событий. `dat2root4` создаёт дерево с событиями, но только из данных с общим триггером. Использование:

```
./dat2root3 file.data file.root
```

```
./dat2root4 -m53 file.data file-events.root
```