DC-17 Дата: 8 октября 1997

Меморандум КМД-2

Автор : Лукин П. А.

Организация : Институт Ядерной Физики имени Г. И. Будкера, лаб. 2

Тема : К вопросу о том, что происходит с временными сигналами плат T2A дрейфовой камеры от момента измерения до получения координат точки трека

---

1 Введение

Однажды Б.И. Хазин попросил меня написать о том, как из времен, измеряемых платами T2A дрейфовой камеры получаются времена, используемые для восстановления координат точек трека. Настоящей работой я выполняю эту просьбу.

2 Формат данных.

На детекторе КМД-2 принято хранить данные в формате CERN-ONLINE [1]. При этом данные, относящиеся к одной системе, объединяются в так называемый equip (эквип) — от английского equip — давать необходимые (знания) , как показано на рис.1. Первое число — размер события в двубайтовых INTEGER словах. HEADER содержит служебную информацию о типе записи (калибровка, запись Start-of-run, запись Start-of-burst, запись End-of-Run, событие). Номер захода, номер события, триггер по которому событие было запущено, дата, время и т. д. Структура эквипа показана на рисунке 2. Всего автору известно 9 эквипов. В таблице 1 приведено соответствие между известными автору номерами эквипов и системами детектора.

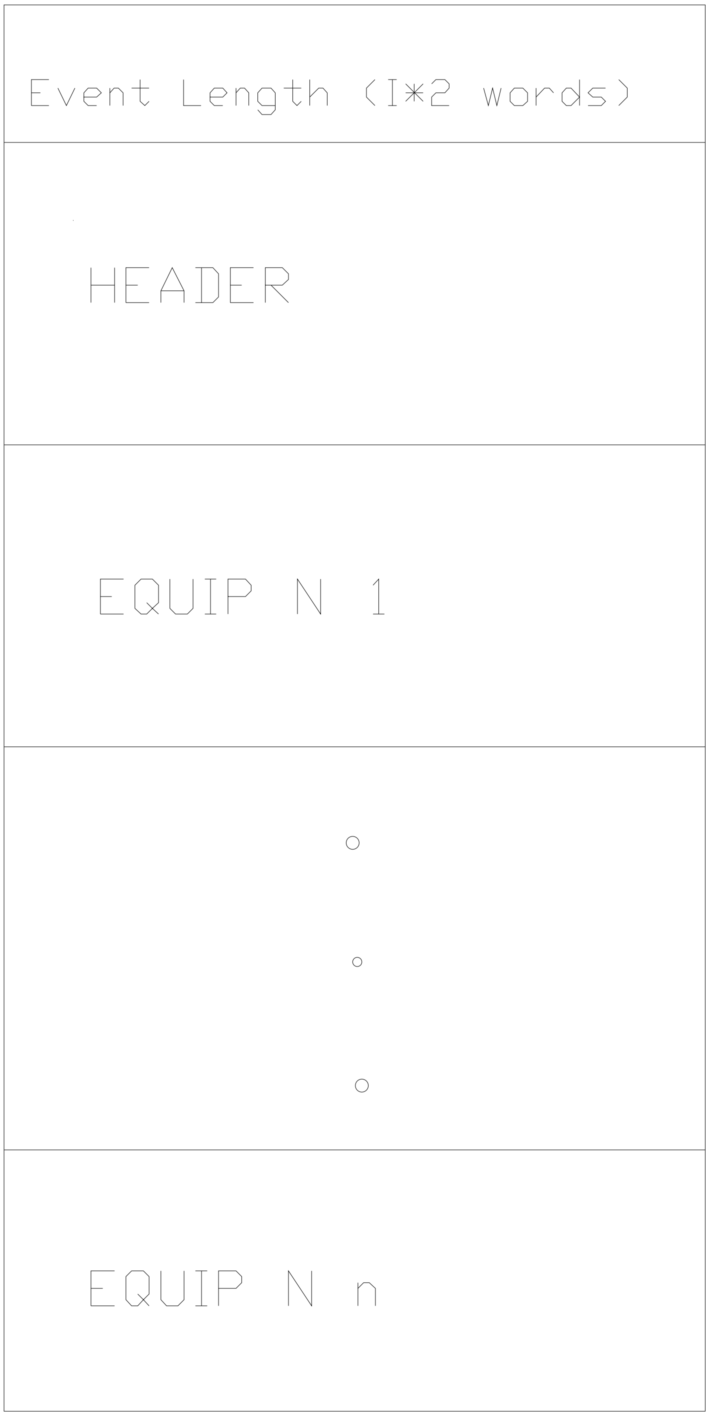

Рис. 1: Общий вид данных в формате CERN-ONLINE

Рис. 2: Структура эквипа

Система	Номер эквипа
Дрейфовая камера	1
Z камера:	
катоды	9
аноды	13,17
CsI калориметр:	
амплитуды	18
времена	16
NT	14
BGO	12
μ система	16
BOST	16
Плата досчета	17
Триггерный регистр	32

Таблица 1: Соответствие между номерами эквипов и системами детектора

В свою очередь, каждое данное имеет вид как на рисунке 3

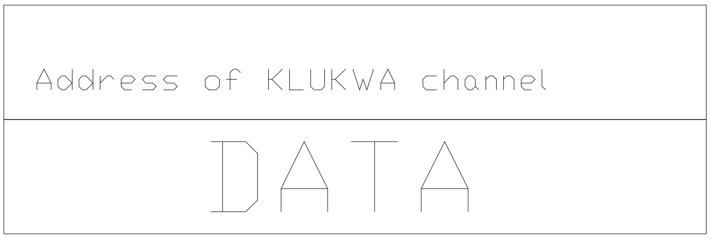

Рис. 3: Вид данного

И, наконец, адрес выглядит согласно рис. 4

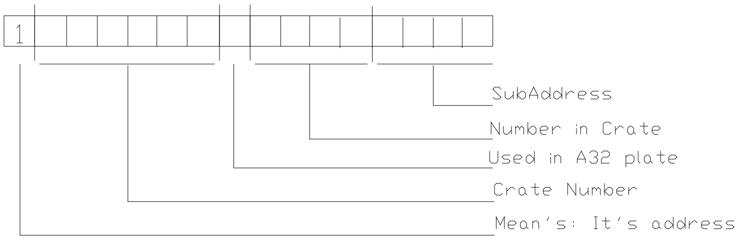

Рис. 4: Адрес данного из эквипа дрейфовой камеры в формате CERN-ONLINE (восьмеричное представление числа).

Распаковывается событие следующим образом:

1. Определив по первому слову длину события, сдвигаемся в конец события. Последнее слово — это длина последнего эквипа. А предпоследнее — номер этого эквипа.

2. Зная длину последнего эквипа идем в его начало.

3. В соответствии с правилами распаковки последнего эквипа извлекаем содержащуюся в нем информацию.

4. Если NW_{equip}^{last} — число слов в последнем эквипе, а NW_{event} — число слов в событии, то отсчитав от начала события $NW_{event} - NW_{equip}^{last} - 3$ слов получим длину предпоследнего эквипа, $NW_{event} - NW_{equip}^{last} - 4$ слово даст номер предпоследнего эквипа. После чего процедура повторяется с пункта 2. с заменой слова "последний" на слово "предпоследний", а слова "предпоследний" — на слово "предпредпоследний" . И т. д.

Мы более подробно остановимся на распаковке эквипа дрейфовой камеры.

3 Извлечение информации с дрейфовой камеры детектора.

В эквип дрейфовой камеры КМД-2 входят крейты с 1 по 8 включительно. Каждый крейт содержит 16 плат T2A, которые нумеруются от 0 до 15. В свою очередь, каждая плата обслуживает 4 сигнальные проволочки. Временные субадреса платы — от 0 до 3. Амплитудные субадреса — от 8 до 15 (см. [2]). Субадреса с 4 по 7 не используются.

Каждому временному субадресу соответствует 2 амплитудных субадреса. Соответствие показано на рис. 5

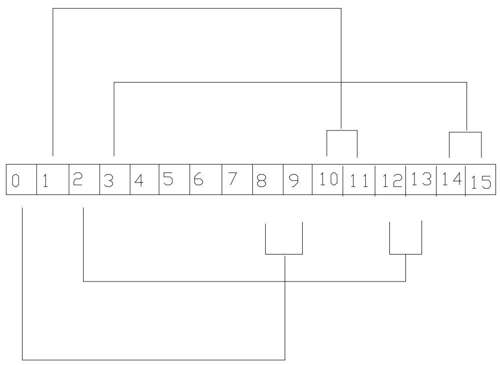

Рис. 5: Соответствие между временными и амплитудными субадресами на плате T2A

Данные упакованы по тройками, т. е. для каждой сработавшей проволочки первое данное — это время, а второе и третье данные — амплитуды, измеренные данной проволочкой.

Распаковка выполняется в цикле по числу слов в эквипе дрейфовой камеры следующим образом.

1. Из адреса извлекается номер крейта (биты с 9 по 15) и проверяется, что это крейт дрейфовой камеры.
2. Извлекается субадрес данного (биты с 1 по 4) и проверяется, что это временной субадрес.
3. Проверяется, что следующих два данных имеют амплитудные субадреса, соответствующие найденному временному субадресу.
4. В случае соответствия субадресов временное и амплитудные данные извлекаются, делается сдвиг на 6 слов и процедура повторяется с пункта 1.
5. В противном случае (найдено время, не найдены амплитуды) — извлекается временное данное и делается сдвиг на 2 слова. После чего процедура повторяется с пункта 1.
6. Если временной адрес не найден делается сдвиг на 2 слова и процедура повторяется с пункта 1.

Данная процедура иллюстрируется схемой на рис. 6 Зная номера крейта, платы T2A в крейте (биты с 5 по 8) и временного субадреса можно определить абсолютный номер сигнальной проволочки в камере (от 1 до 512) по формулам:

$$\begin{aligned}
NW &= 2 \cdot N_{plate} + 1 + INT(\frac{N^t_{sa}}{2}) + 6 \cdot MOD(\frac{N^t_{sa}}{2}) + 12 \cdot (N_{crate} - 1) \\
&\text{при} \quad N_{plate} \leq 2 \\
NW &= 96 + (N_{plate} - 2) + 7 \cdot N^t_{sa} + 28 \cdot (N_{crate} - 1) \\
&\text{при} \quad 2 < N_{plate} \leq 9 \\
NW &= 320 + (N_{plate} - 9) + 6 \cdot N^t_{sa} + 24 \cdot (N_{crate} - 1) \\
&\text{при} \quad N_{plate} > 9,
\end{aligned} \tag{1}$$

где NW — абсолютный номер проволочки, N_{plate} — номер платы в крейте, N^t_{sa} — временной субадрес, N_{crate} — номер крейта

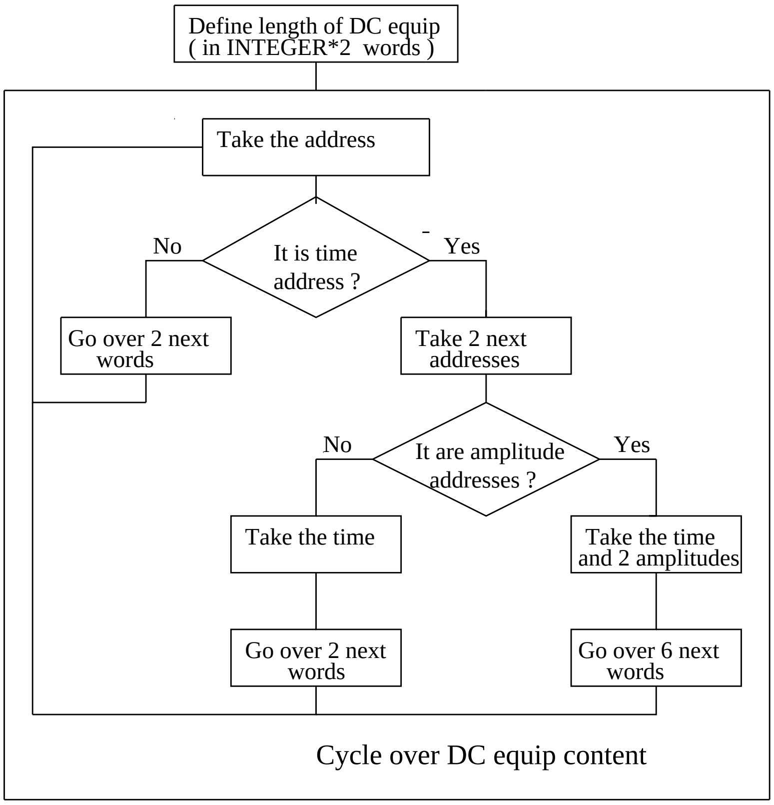

Рис. 6: Процедура распаковки эквипа дрейфовой камеры детектора.

Содержание эквипа дрейфовой камеры хранится в банке RJDC структуры обработанного события КМД-2.[1] Из амплитуд, сразу после распаковки, вычитаются пьедесталы, обычно около 50 каналов. В OFFLINE обработке используются только "хорошие" тройки данных (т. е. имеющие время и амплитуды, причем амплитуды превышают пьедесталы.)

4 Определение времени T0.

Под временем T0 понимается промежуток времени от момента встречи пучков до момента принятия трекфайндером решения о полезности данного события. Грубо его величина определяется, исходя из соображений, что при $T0 > 1200$ нс информация, накопленная платами T2A будет потеряна, поэтому значение T0 выбирается близко к этой величине, хотя и не превышает ее, (например, для заходов с 1995 года $T0^{грубое} = 1100$ нс.). Перед началом OFFLINE обработки захода вычисляется поправка к грубому значению времени T0.

Процедура определения поправки выглядит так:

1. Заполняется 14 гистограмм, изображающих распределения по временам дрейфа, измеренных проволочками первых 13 слоев + 1 гистограмма, сумма по слоям. Для заполнения гистограмм используются события Bhabha рассеяния. Вид гистограммы представлен на рис. 7

2. Край распределения по временам аппроксиммируется функцией вида:

$$f(t) = P_1 + \frac{P_2}{1 + exp(\frac{-(t-\Delta T)}{2\cdot P_3})}$$

3. Грубое значение времени T0 корректируется на полученную в результате аппроксиммации величину ΔT. Таким образом,

$$T0^{точное} = T0^{грубое} + \Delta T, \text{ где } T0^{грубое} = 1095\text{нс}.$$

Распределения из гистограмм, набранным по 13 первым слоям дрейфовой камеры используются для определения аналогичных временных поправок для каждого слоя ΔT_i ($i = 1 \ \dots \ 13$) При первом использовании данной процедуры были вычислены отношения $\Delta T_i/\Delta T$ ($i = 1 \dots 13$), так что теперь используется лишь усредненная гистограмма, а задержки по слоям определяются умножением среднего ΔT на отношения, найденные при первом использовании процедуры.

[1] Раньше существовал также банк RJDF, в котором информация из дрейфовой камеры хранилась в распакованном виде. В настоящее время этот банк исключен из структуры события.

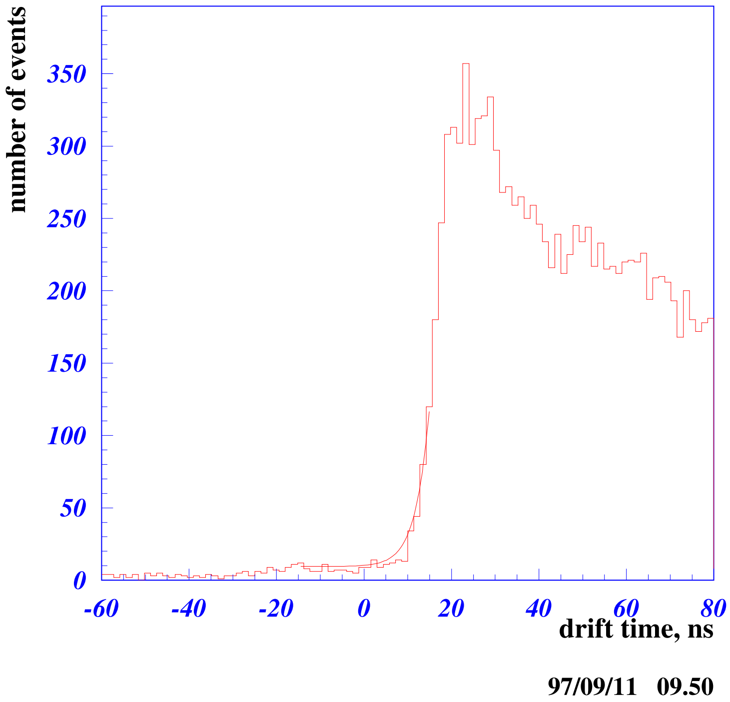

Рис. 7: Распределение по временам дрейфа, суммированное по первым 13 слоям дрейфовой камеры и аппроксиммированное функцией "ступенька Ферми".

При OFFLINE обработке данных из времени T0 вычитается так называемый досчет, связанный с тем, что сигнал "ОБЩИЙ СТОП" об окончании оцифровки информации может прийти в любой момент между тактами, отсчитывающими время T0. В этом случае T0 будет определяться следующим за "ОБЩИМ СТОПОМ" тактом. Этот временной промежуток и называется досчетом. Досчет, конечно же, свой для каждого события. Величина досчета извлекается следующим образом.

1. В событии находится эквип номер 32.
2. В этом эквипе находится данное с адресом "120320

Это данное и есть величина досчета (в каналах) [2]. В OFFLINE досчет вычитывается из эквипа и преобразуется в нс в программе DELTDEF согласно формулы (см. рис. 8):

$$DELT = DSCAL \cdot (NDLT - AverDT),$$

[2]В файле с обработанными событиями это данное лежит в банке RTRG

где DELT — величина досчета (±2.5 нс.), DSCAL — пересчетный коэффициент, равный 0.1 нс/канал, NDLT — данное лежащее в 32 эквипе по адресу "120320, AverDT — средний досчет определяемый для каждого захода как среднее распределения на рис. 8.

5 Преобразование времен в OFFLINE обработке.

В OFFLINE эквип дрейфовой камеры распаковывается в программе PACDCT[3]. Далее, в программе CRDCL, измеренные времена умножаются на пересчетный коэффициент, равный 2.5 нс/канал при обработке событий с детектора и 2 нс/канал при обработке событий моделирования, и вычитаются из времени T0. Также в CRDCL из времен вычитаются калибровочные константы, отражающие индивидуальные в ременные задержки. И, наконец, выполняется амплитудная поправка к времени дрейфа, связанная с зависимостью момента срабатывания проволочки от амплитуды сигнала на ней.

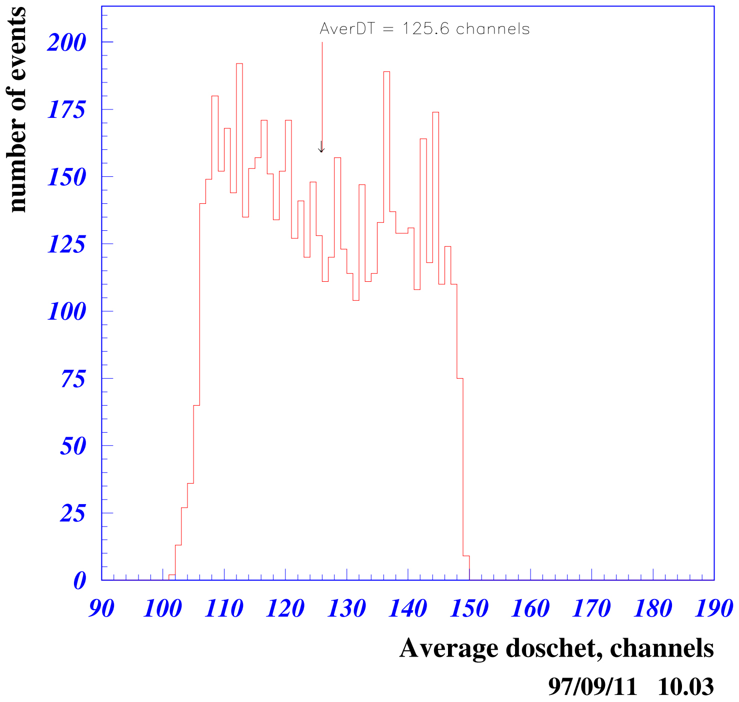

Рис. 8: Распределение по величине досчета (Заход 6151, Bhabha)

[3]Кроме того извлечение данных дрейфовой камеры выполняется в программе UNPACK_DC третичного триггера КМД-2.

Формула, согласно которой вычисляются времена дрейфа, имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} TTW &= IT * K - ITCL - DELT + 0.01 + \Delta T_i + 2 \cdot \exp(-A/700.0) \\ T_{drift} &= T0 - TTW, \text{ где } T0 = 1100 \text{ нс. }, \end{aligned}$$

из неизвестных еще читателю величин IT — время, измеренное платой T2A, ITCL — калибровочная константа, имеющая смысл индивидуальной временной задержки, определенной для каждой проволочки в результате электронной калибровки [4], A — амплитуда на проволочке, K — пересчетный коэффициент каналы $\rightarrow$ нс, упомянутый выше, 0.01 — число добавленное, чтобы избежать оцеления величины TTW [3].

Полученные времена хранятся они в банках FRAG по адресам
IQ2(2 * LFRAG + 21 + 12 * I) , где I — номер хита, в сотнях пикосекунд.

Далее эти времена умножаются на скорость дрейфа — получается длина дрейфа. По ней, в свою очередь, определяются параметры изохроны, с помощью которых уже и получаются координаты точек трека.

6 Процедура электронной калибровки.

Пример извлечения одной тройки данных из эквипа дрейфовой камеры.

Рассмотрим фрагмент содержимого эквипа дрейфовой камеры одного из событий захода 6151 (Bhabha событие). Наша задача выполнить распаковку этого фрагмента.

```
"102063
    372
"102076
    603
"102077
    386
```

Кавычки, стоящие перед некоторыми из приведенных чисел означают восьмеричный формат следующего за кавычками числа. 1 в старшем разряде означает, что соответствующее число — адрес "клюквенного" канала. В программе, чтобы определить является ли число адресом или нет выполняют следующую операцию:

[4] О процедуре электронной калибровки см. следующую главу Меморандума.

```
IsItAddress = "102063

IF((IsItAddress.AND."100000).NE.0) THEN
  Это адрес
  ADDRESS = IsItAddress
ELSE
  Это не адрес
ENDIF
```

Теперь мы должны убедиться, что номер крейта находится в пределах от 1 до 8 (т. е. что это крейт дрейфовой камеры). Как мы помним номер крейта записан в битах с 9 по 15. Чтобы извлечь его из адреса выполняется следующая операция:

```
CRATE = (ADDRESS.AND."77000)/"1000 ( = 2 в данном случае )

IF ( CRATE.GE.1.AND.CRATE.LE.8 ) THEN
 Это крейт дрейфовой камеры
ELSE
 Это не крейт дрейфовой камеры
ENDIF
```

В случае приведенного фрагмента номер крейта равен 2.

Аналогичным образом получаем номер платы в крейте (напомним это биты с 5 по 8 в адресе):

```
PLATE = (ADDRESS.AND."760)/"20  ( = 6 в данном случае )

IF( PLATE.GE.0.AND.PLATE.LE.15) THEN
 Номер платы в крейте - правильный
ELSE
 Номер платы в крейте - неправильный
ENDIF
```

Номер платы в нашем примере номер платы 6. Как упоминалось выше , первым субадресом должен быть временной субадрес (от 0 до 3). Выполнив побитовое "И" адреса с числом "17, получим субадрес:

```
SubAddressTime = (ADDRESS.AND."17) ( = 3 в данном случае )

IF( SubAddressTime.GE.0.AND.SubAddressTime.LE.3 ) THEN
Это временной субадрес.
ELSE
Это не временной субадрес.
```

```
ENDIF
```

Наш временной субадрес — 3. Из рис.5 мы знаем , что 3 временному субадресу должны соответствовать 14 и 15 амплитудные субадреса. Извлекаем их способом описанным выше и убеждаемся, что они действительно равны 14 и 15.

```
SubAddressA1 = 2*SubAddressTime( = 3) + 8  ( = 14 в данном случае )
SubAddressA2 = 2*SubAddressTime( = 3) + 9  ( = 15 в данном случае )
ADDRESS1 = "102076
ADDRESS2 = "102077
SA1 = ( ADDRESS1.AND."17 ) ( = 14 в данном случае )
SA2 = ( ADDRESS2.AND."17 ) ( = 15 в данном случае )

IF( SA1.EQ.SubAddressA1.AND. SA2.EQ.SubAddressA2 ) THEN
 Найдена правильная тройка данных
ELSE
 Найдено только время
ENDIF
```

Еще нам нужен номер проволочки. Воспользуемся формулой (1):

```
CRATE = 2
PLATE = 6
SubAddressTime = 3
NW = 96 + ( 6 - 2 ) + 7*3 + 28*( 2 - 1 ) = 149
```

Итак, в результате проведенной работы мы получили, что

```
Проволочка 149 измерила
время          372 канала
амплитуда 1    603 канала
амплитуда 2    386 канала
```

Литература

[1] PDP-11 ONLINE DATA ACQUISITION MANUAL.

[2] *В. М. Аульченко, Б. О. Байбусинов, В. М. Титов* Информационные платы ТП, ΔT и T2A системы сбора данных КЛЮКВА. Препринт 88-22, Новосибирск 1988 г.

[3] *Солодов Е. П.* Частное сообщение.