

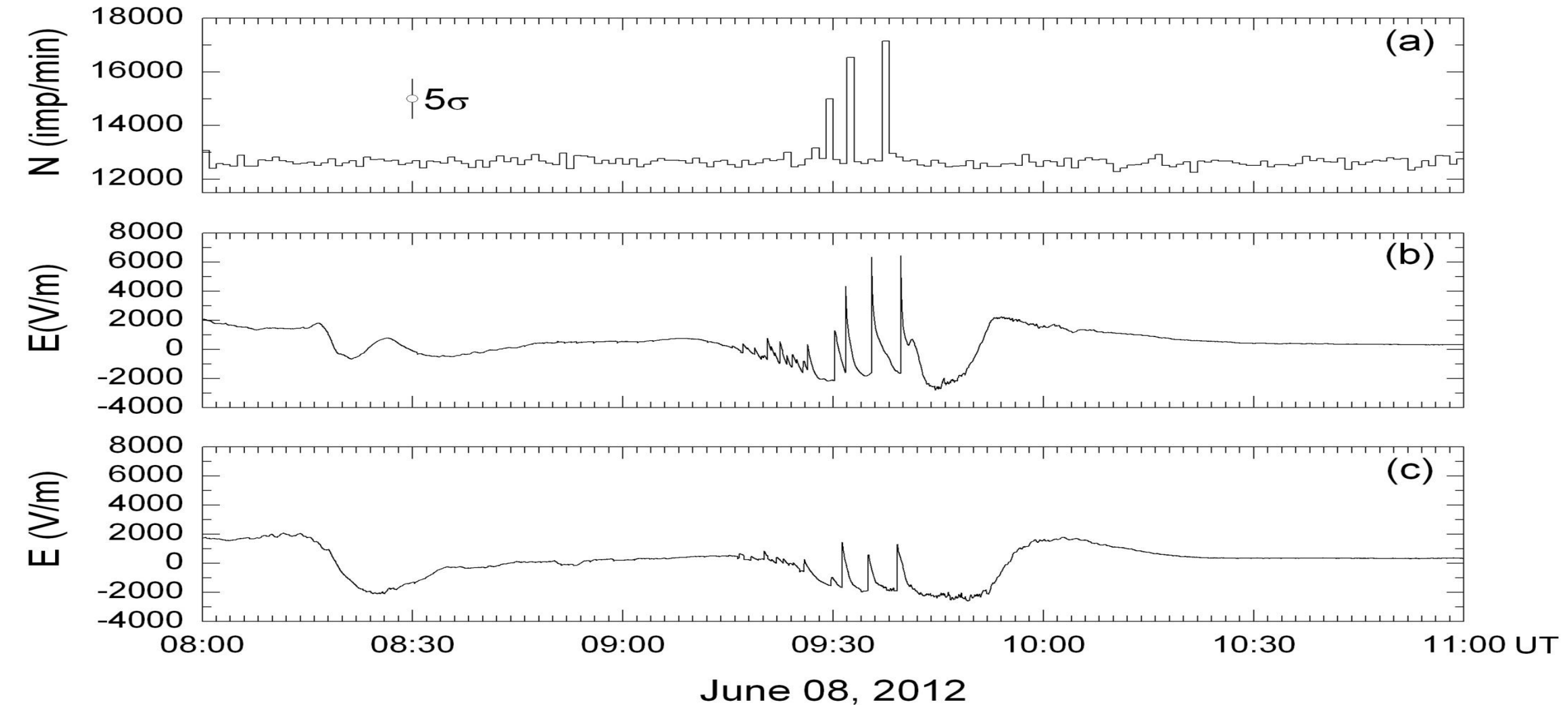
33-я Всероссийская конференция по космическим лучам

**Регистрация нейтронов во время грозы с разрешением 10 мкс в  
Якутске**

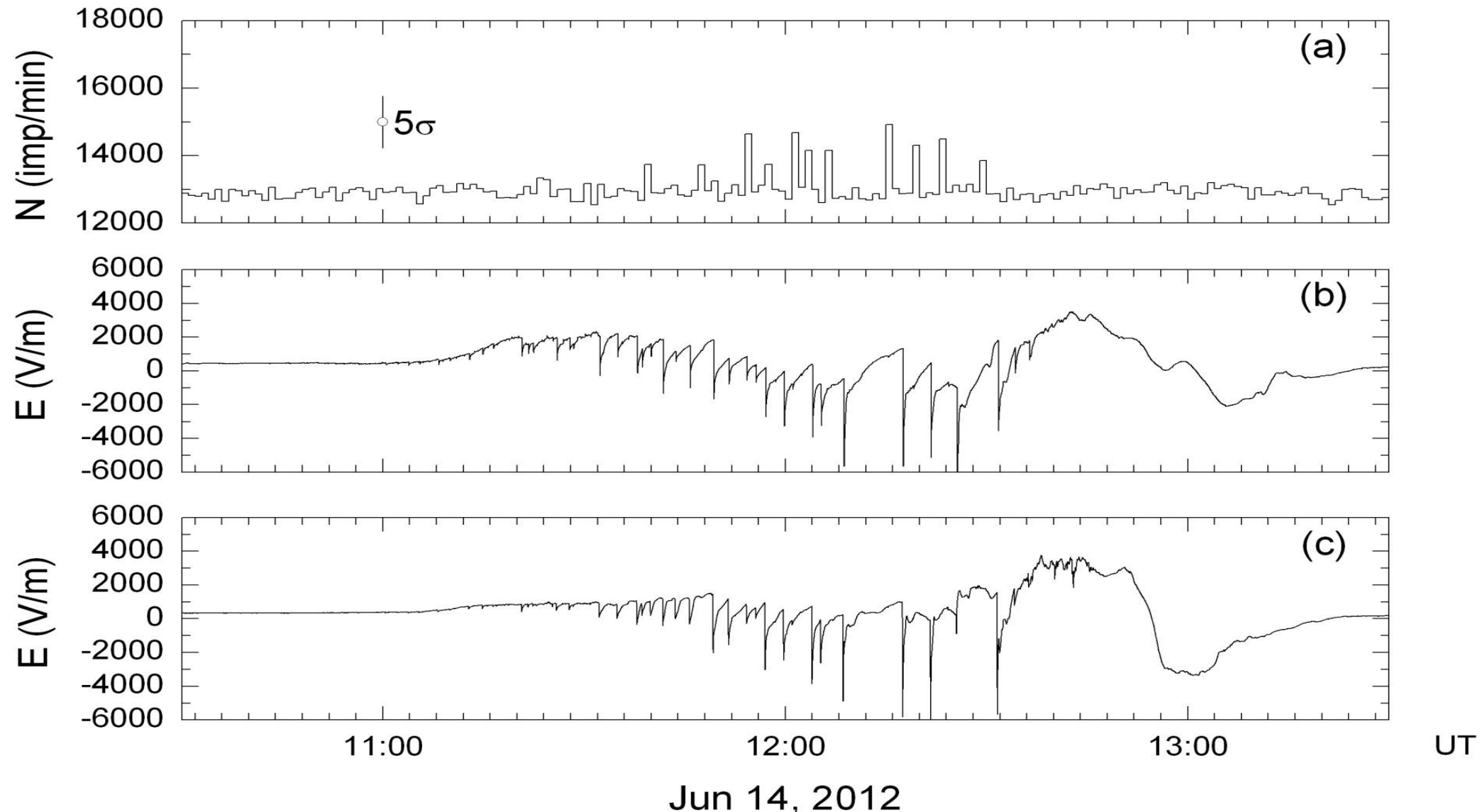
В.И. Козлов, А.А. Торопов, В.А. Муллаяров, С.А. Стародубцев  
Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г.  
Шафера СО РАН, Якутск

- Рассмотрены экспериментальные результаты регистрации нейтронной компоненты и напряженности электрического поля во время ближних гроз 2009-2013 гг. в Якутске. Зарегистрированы кратковременные всплески потока нейтронов во время ближних (5-7км) молниевых разрядов на уровне моря (105м). Всплески наблюдались во время значительного повышения поля которое скачком менялось в момент молниевых разряда. Увеличение потока нейтронов достигает 20% и выше от среднего уровня для данных минутного разрешения.
- Рассмотрены результаты синхронной регистрации с двух стандартных нейтронных счетчиков СНМ-15 (в свинце и без свинца) во время грозы с разрешением 10 мкс и вертикальной штыревой антенны регистрирующей электромагнитные сигналы ближних молний.

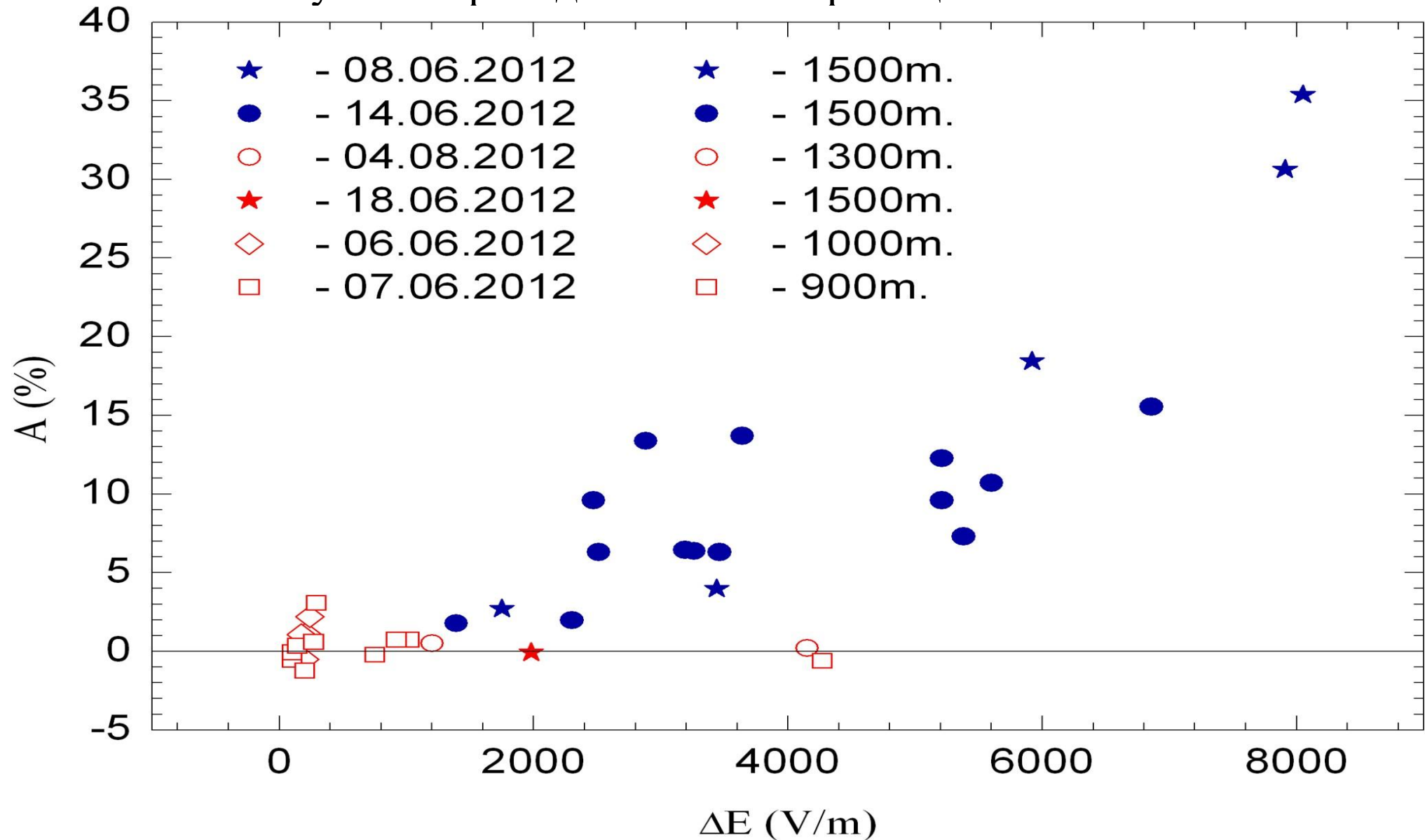
Темп счета нейтронного монитора (а), напряженности атмосферного электрического поля в районе спектрографа КЛ (b) и главного здания ИКФИА (c) для грозы 08.06.2012. [S.A. Starodubtsev et al. J. Exp. Theor. Phys. Lett. 96 (2012) 188-191 doi:10.1134/S0021364012150106.]



Гроза. Темп счета нейтронного монитора (а), напряженности атмосферного электрического поля в районе спектрографа КЛ (b) и главного здания ИКФИА (c)



Зависимость амплитуды всплесков нейтронов от величины скачка электрического поля, обусловленного молниевыми разрядами для событий гроз 2012 г., зарегистрированных в Якутске. Приведена нижняя граница облачности



Стандартная регистрация – 1 раз в минуту. «Быстрая» синхронная запись с двух стандартных счетчиков SNM-15. Один из счетчиков помещен в свинец. При стандартном включении временное разрешение 1 миллисекунда.

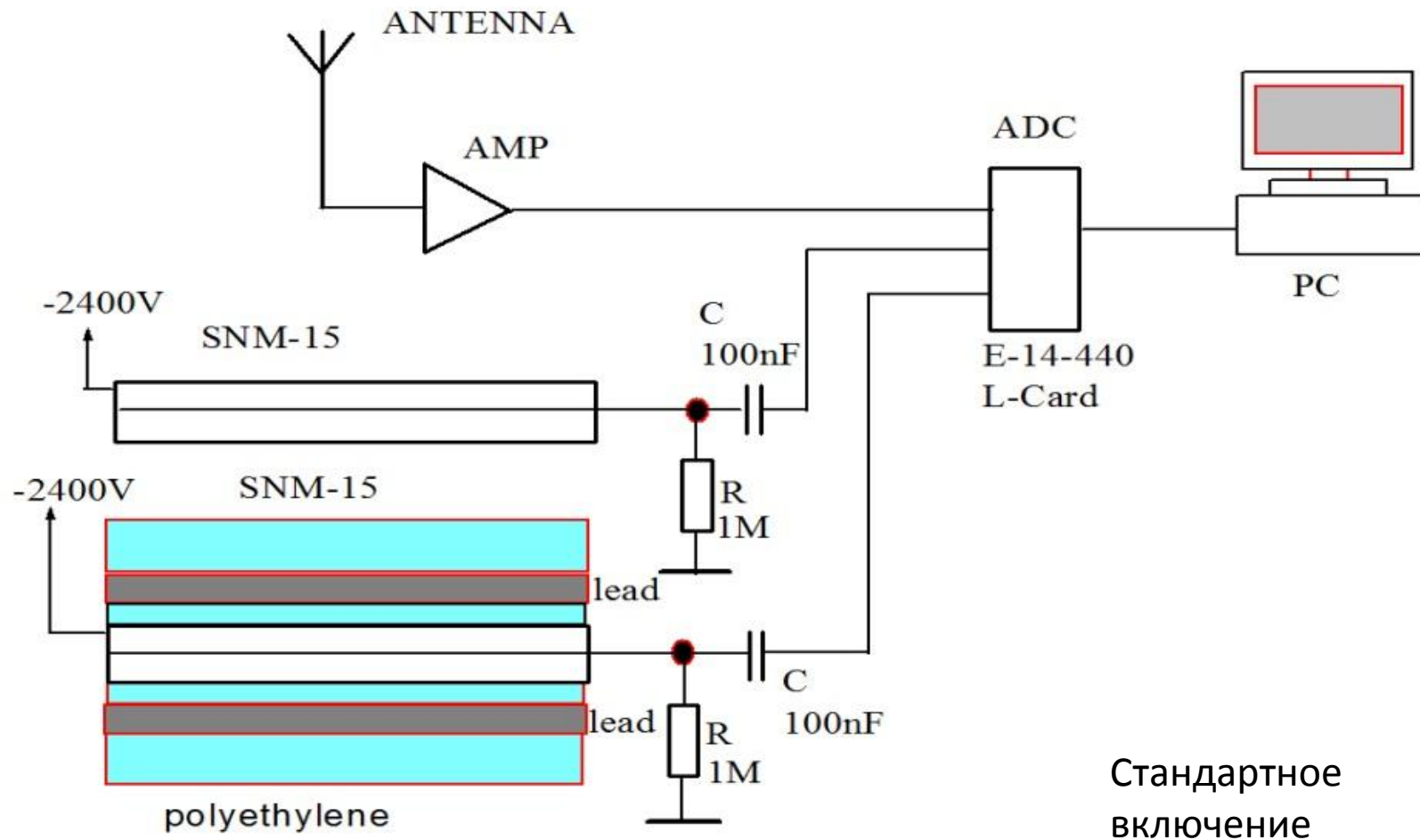
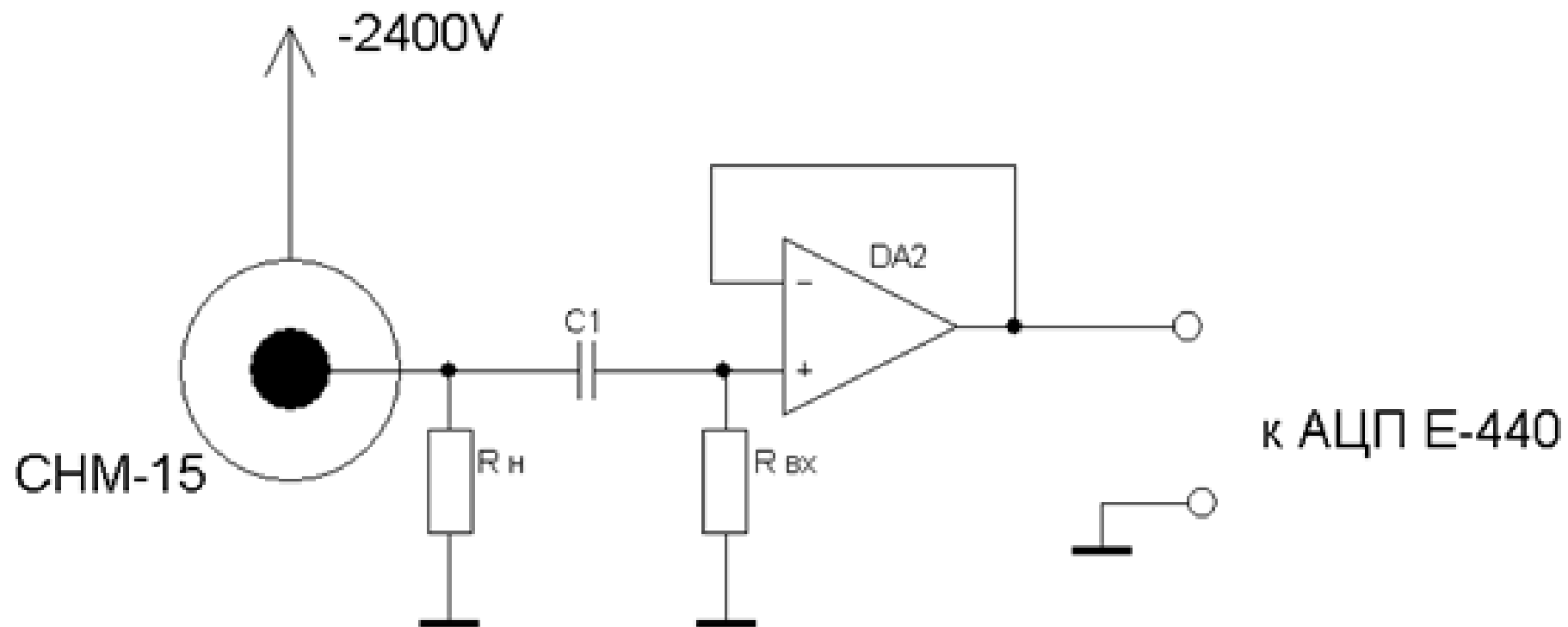
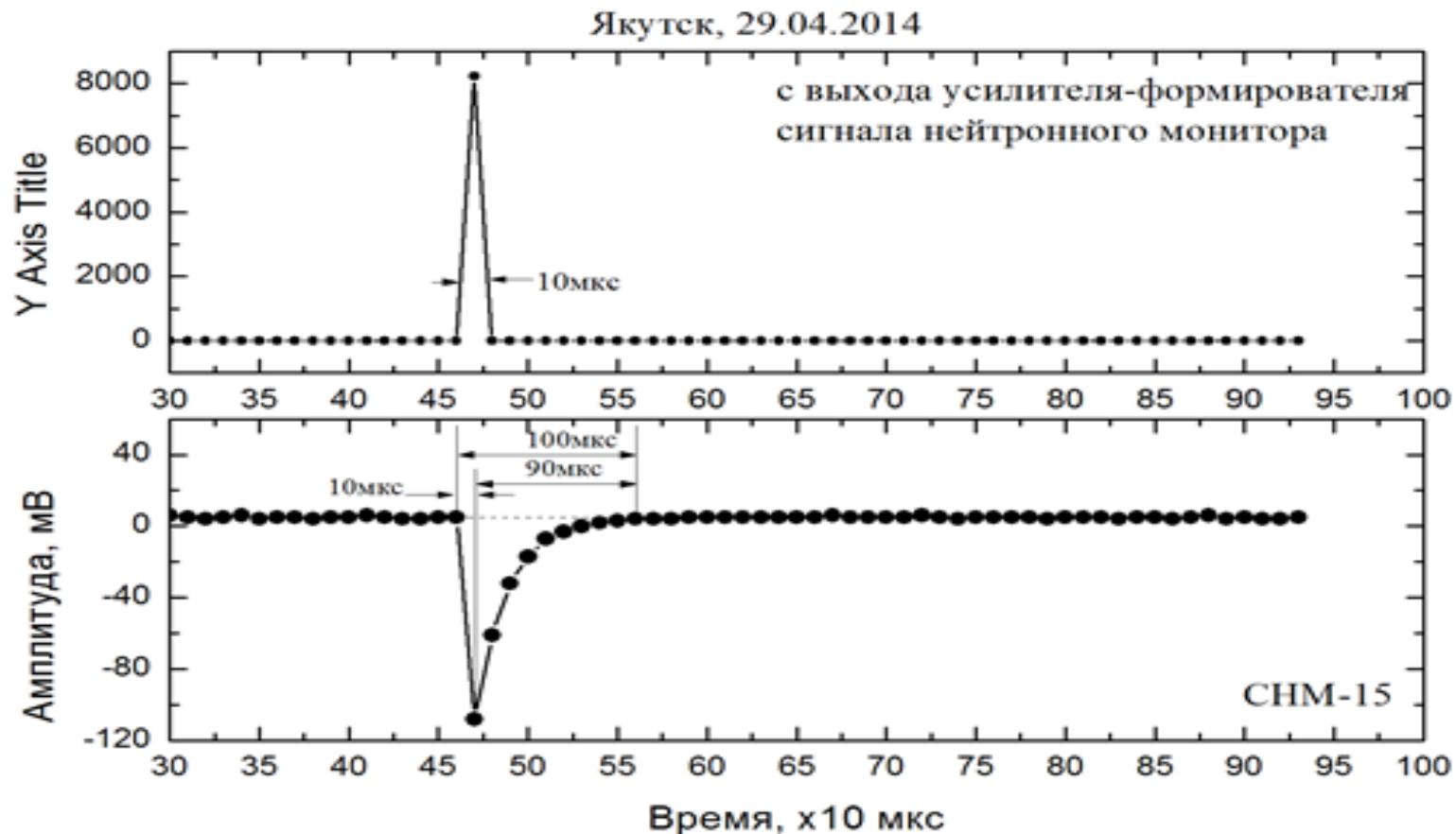


Схема включения счетчика СЧМ-15 во время эксперимента 2013-2014 по "быстрой" регистрации нейтронов. Добавлен фильтр.  $R_H$  стало 3 Мом. Параметры деталей фильтра подбирались так, чтобы уменьшить время импульса и не уменьшить амплитуду.

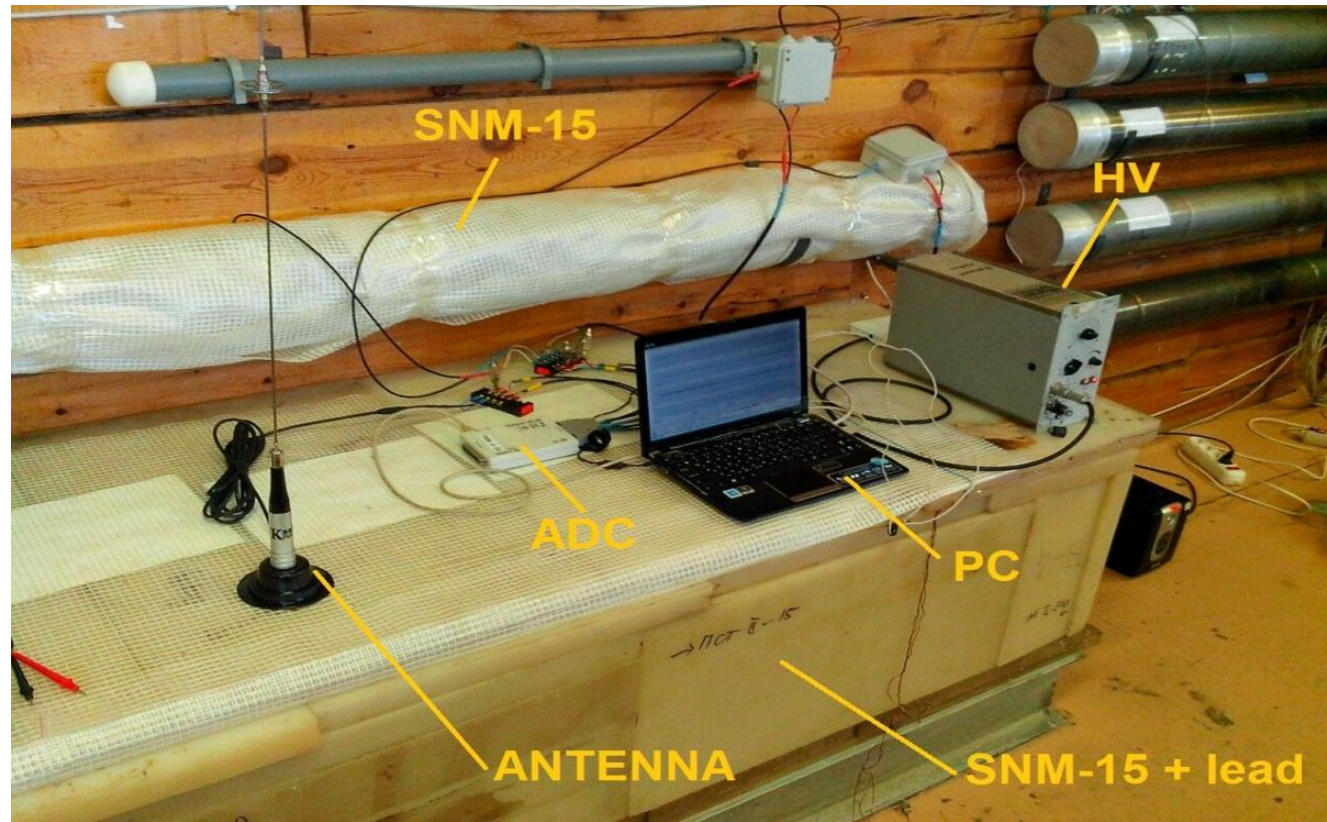


Параметры сигнала при включении счетчика СЧМ-15 во время эксперимента по "быстрой" регистрации нейтронов. Достигнуто разрешение **10 мкс.**

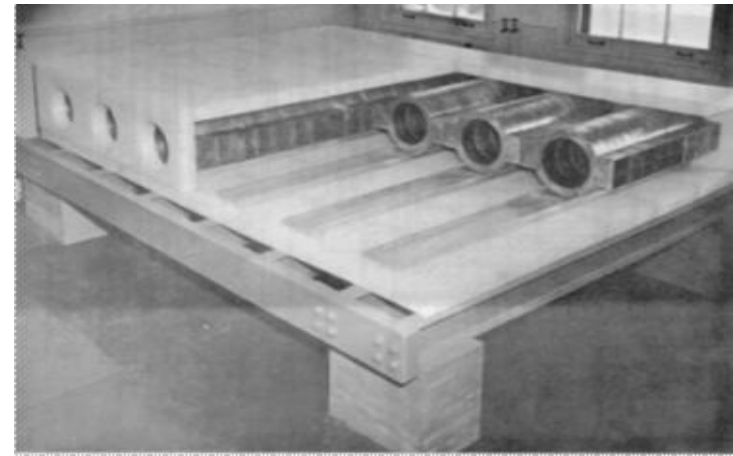




# Общий вид аппаратуры эксперимента

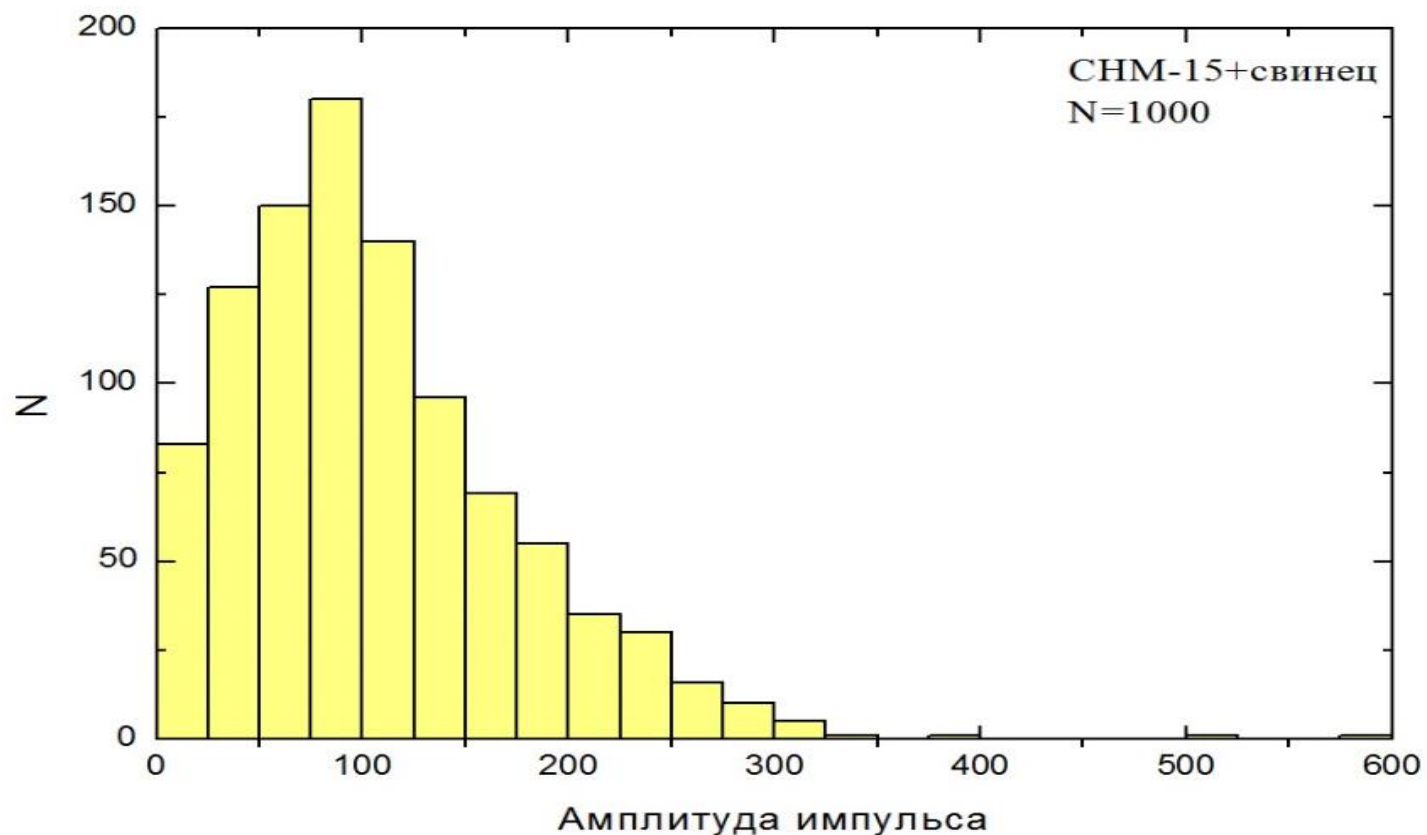


Вид секции счетчиков  
в разрезе  
(полиэтиленовые и  
свинцовая оболочки)

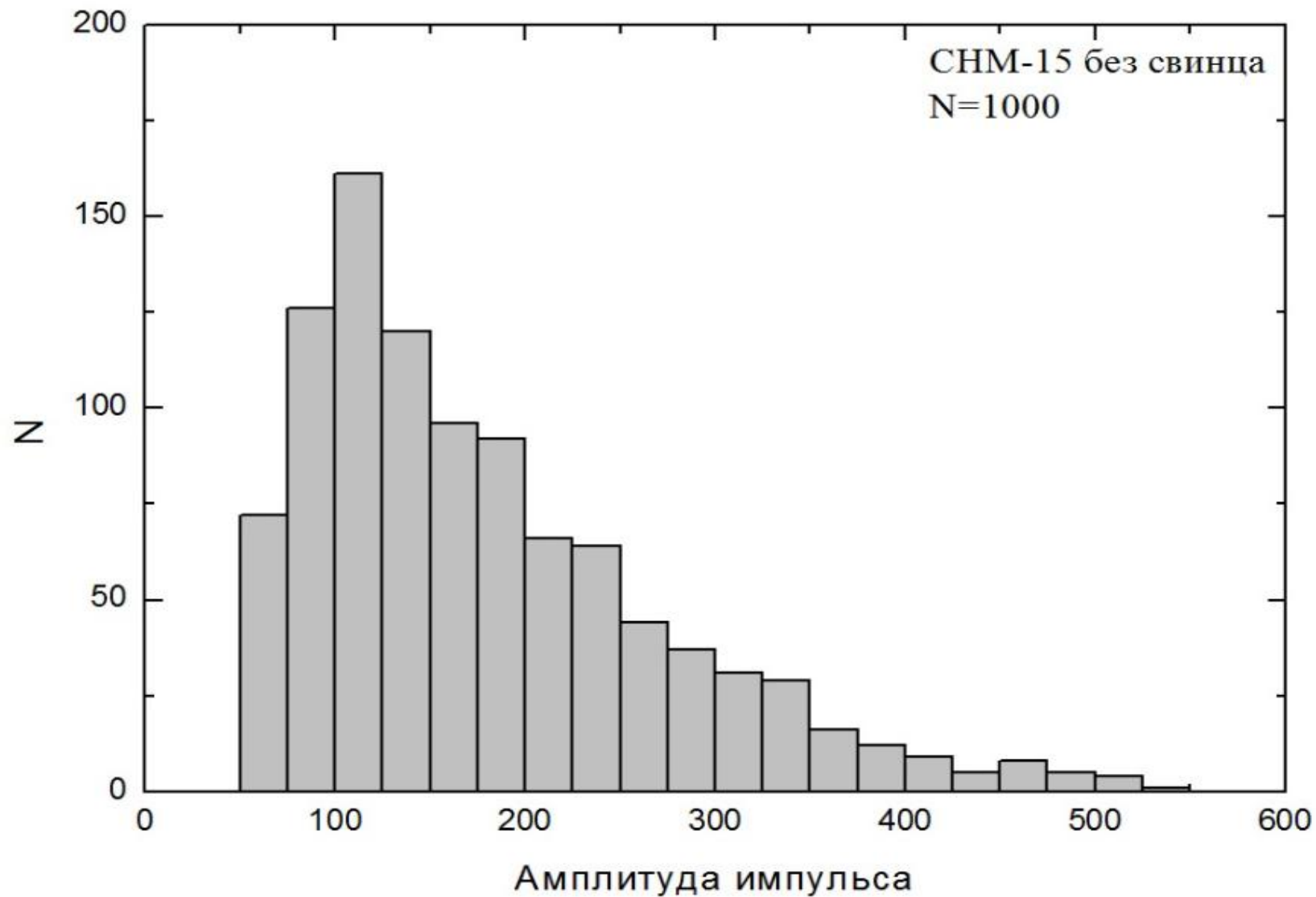


Далее представлены гистограммы распределения амплитуд импульсов (Амплитудный спектр). Выборка N=1000 импульсов.

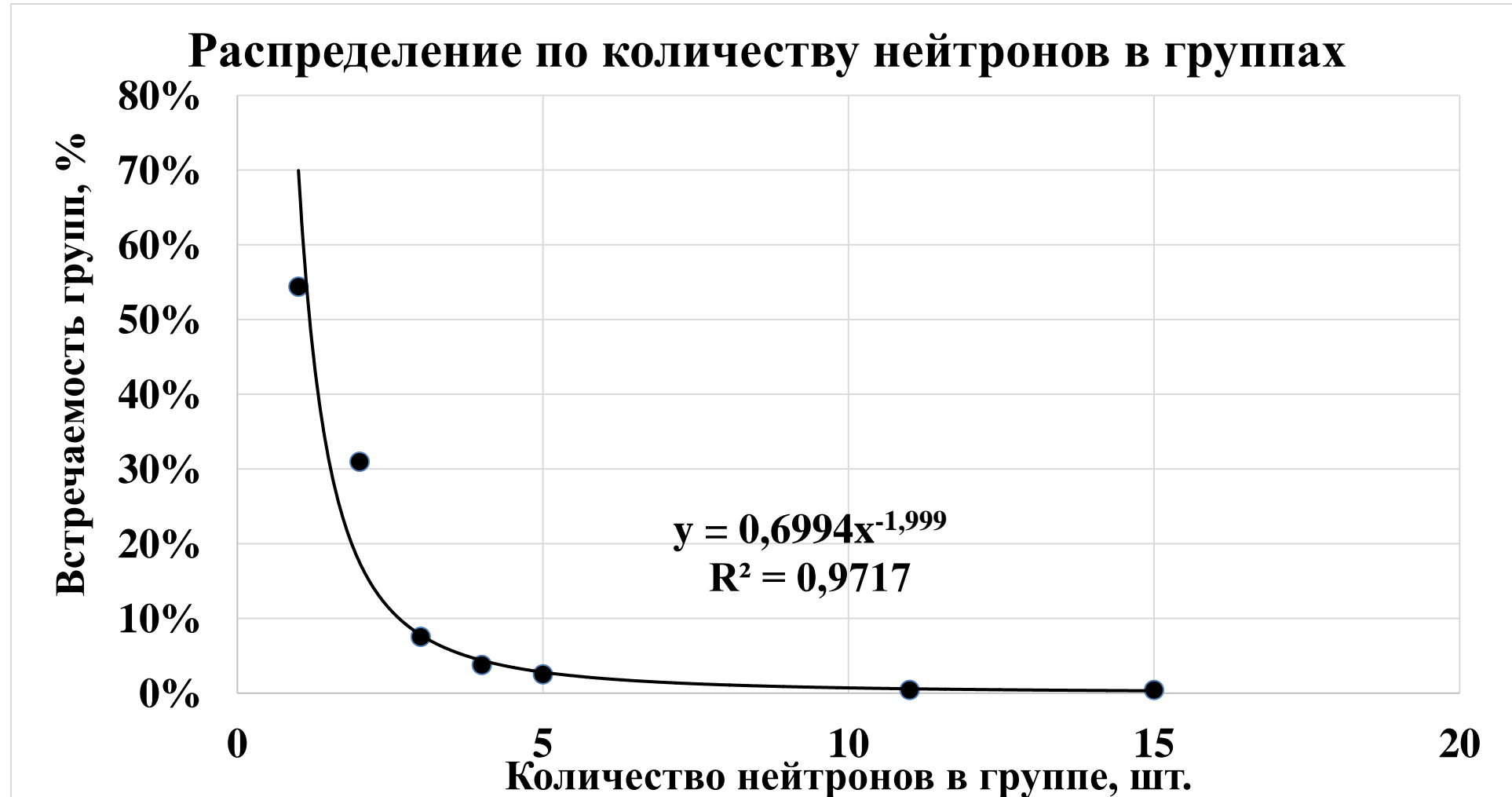
Для счетчика со свинцом максимум лежит в диапазоне 75-100 разрядов АЦП. 10 В соответствует 2048 разрядов.



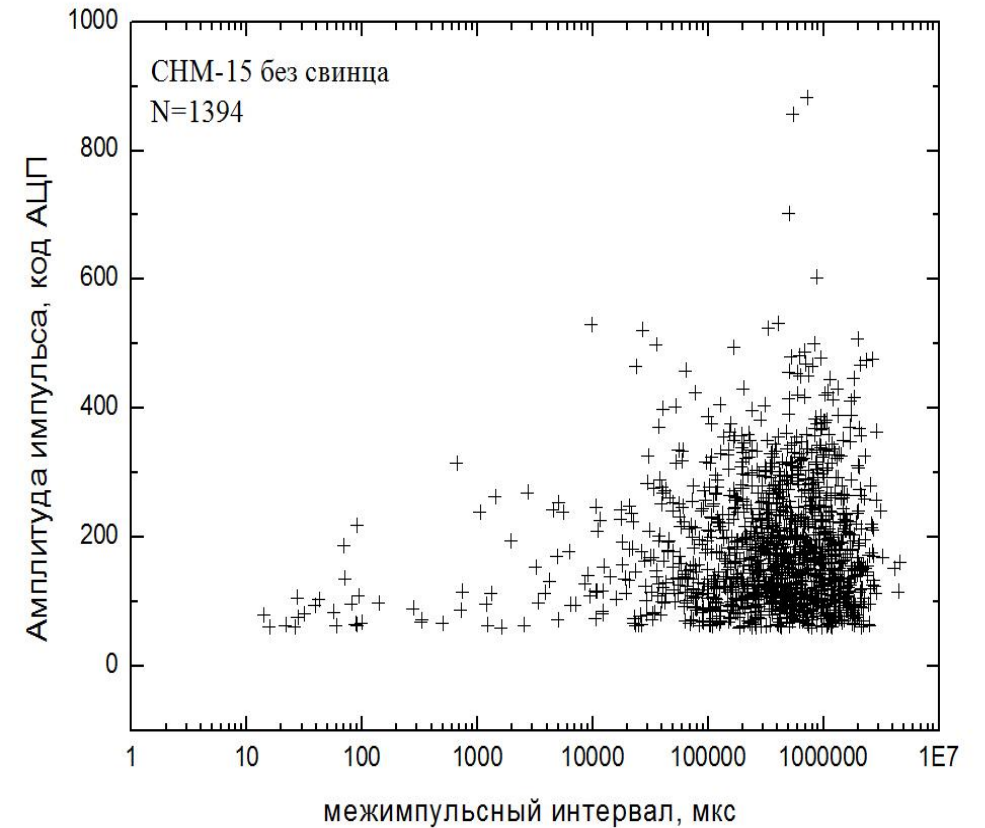
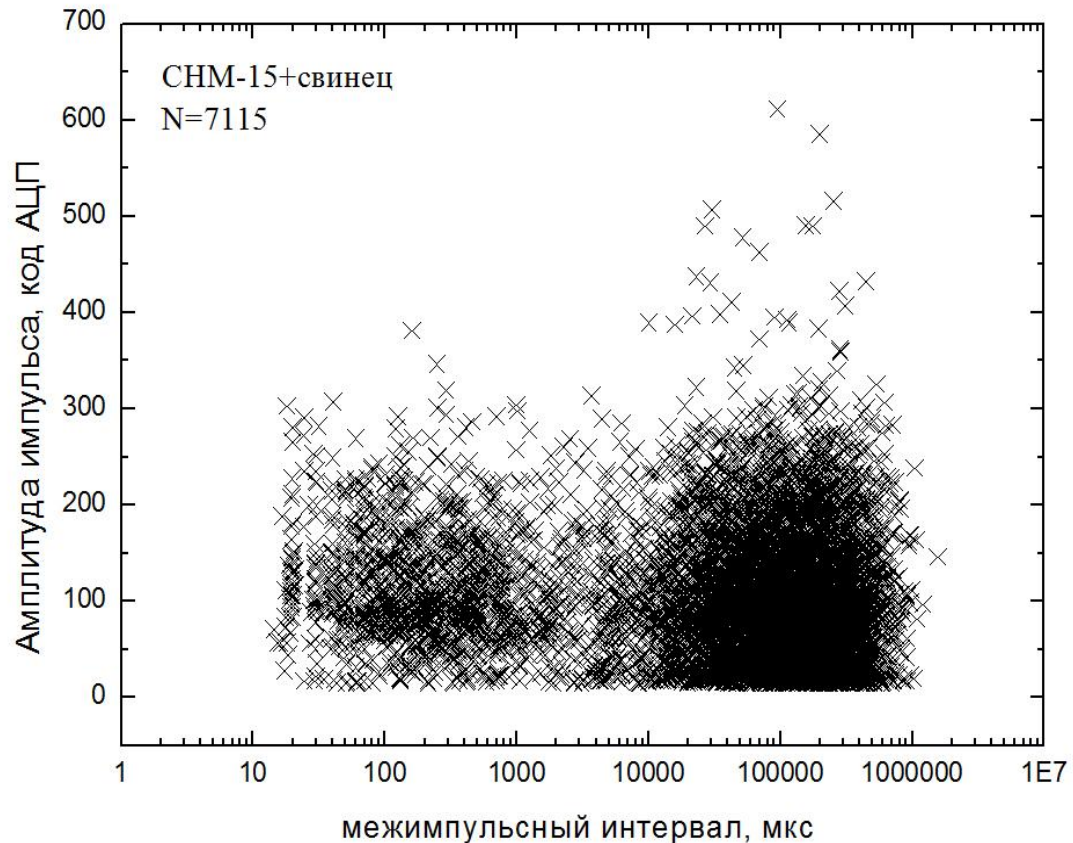
Для счетчика без свинца, максимум смещен в диапазон 100-125 кодов  
АЦП



Встречаемость групп по количеству нейтронов, регистрируемых в группе, представлена на следующем рисунке и может быть выражена степенной зависимостью  $N=0,7*n^{(-2)}$   $R^2=0,97$ .

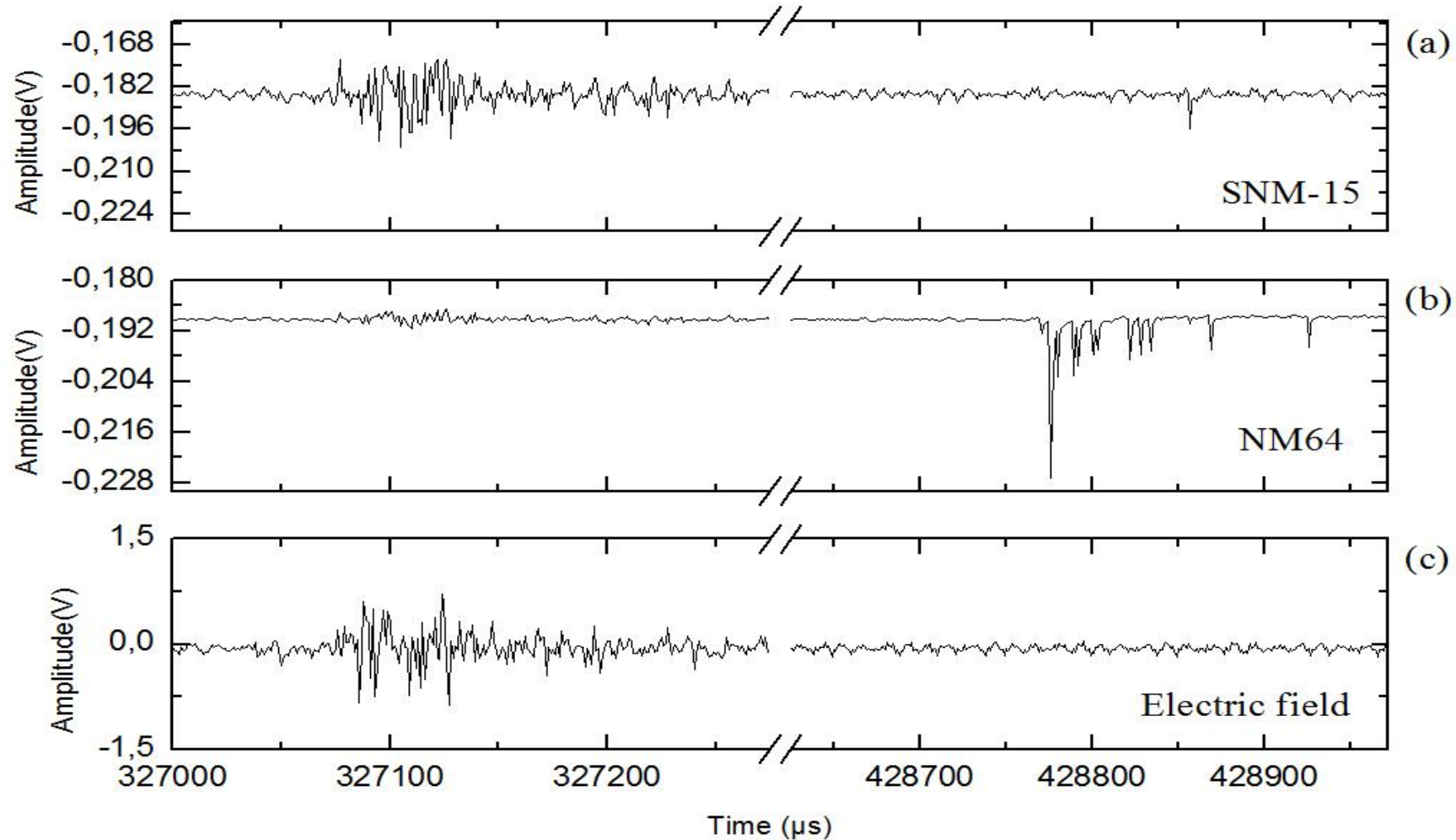


Распределения амплитуды импульсов в зависимости от интервала времени между импульсами в микросекундах. Для счетчика с свинцовой оболочкой точки группируются в двух областях. Первую область (10-1000 мкс) можно связать с нейтронами, которые размножились в свинце и регистрируются группами. Вторая - отдельные нейтроны. В счетчике без свинцовой оболочки одна группа.

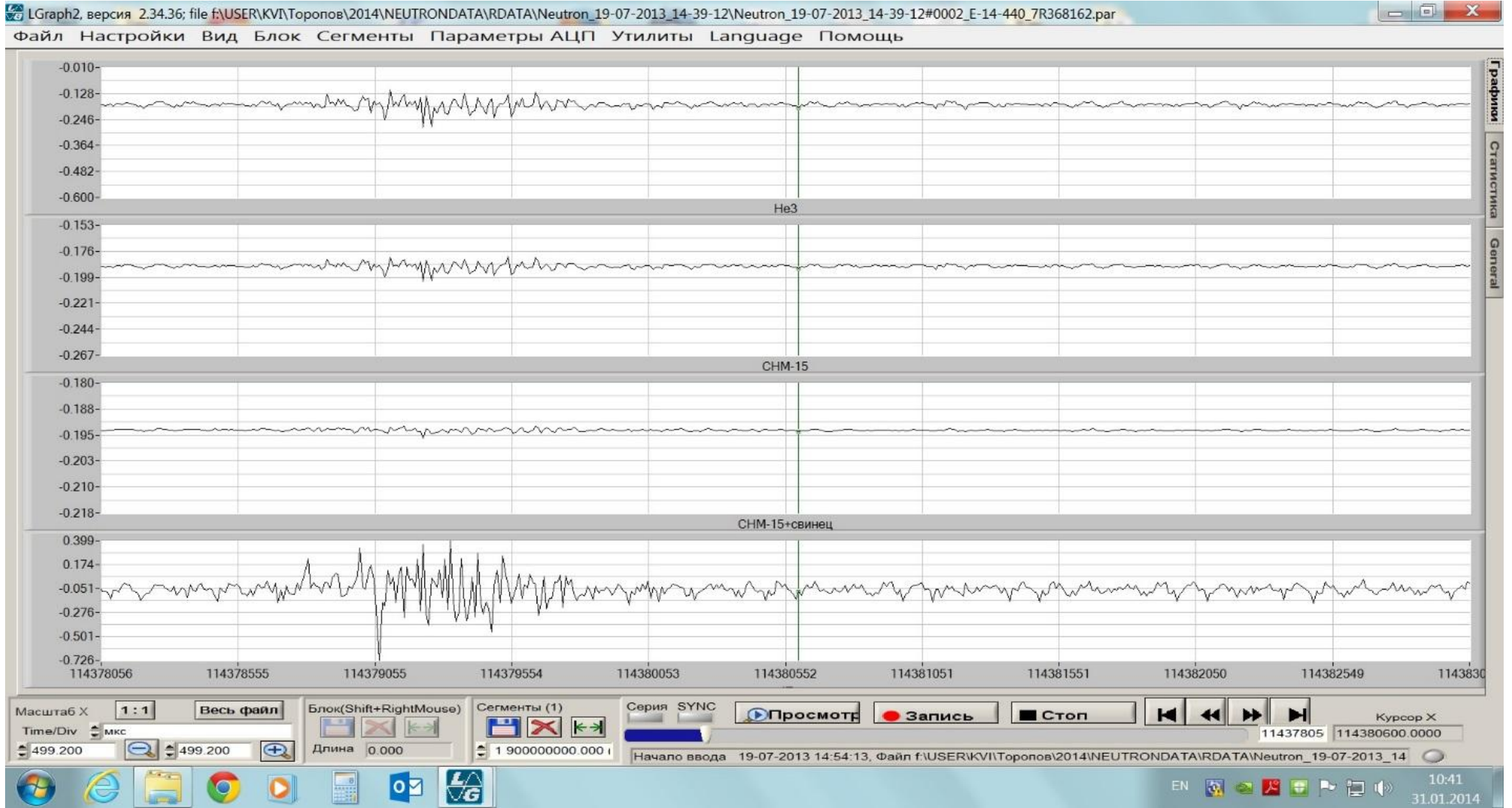


Синхронная запись сигналов в момент молниевых разряда с двух счетчиков. В – со свинцовой оболочкой. Нейтроны пришли через 100 мс после электромагнитного импульса от молнии.

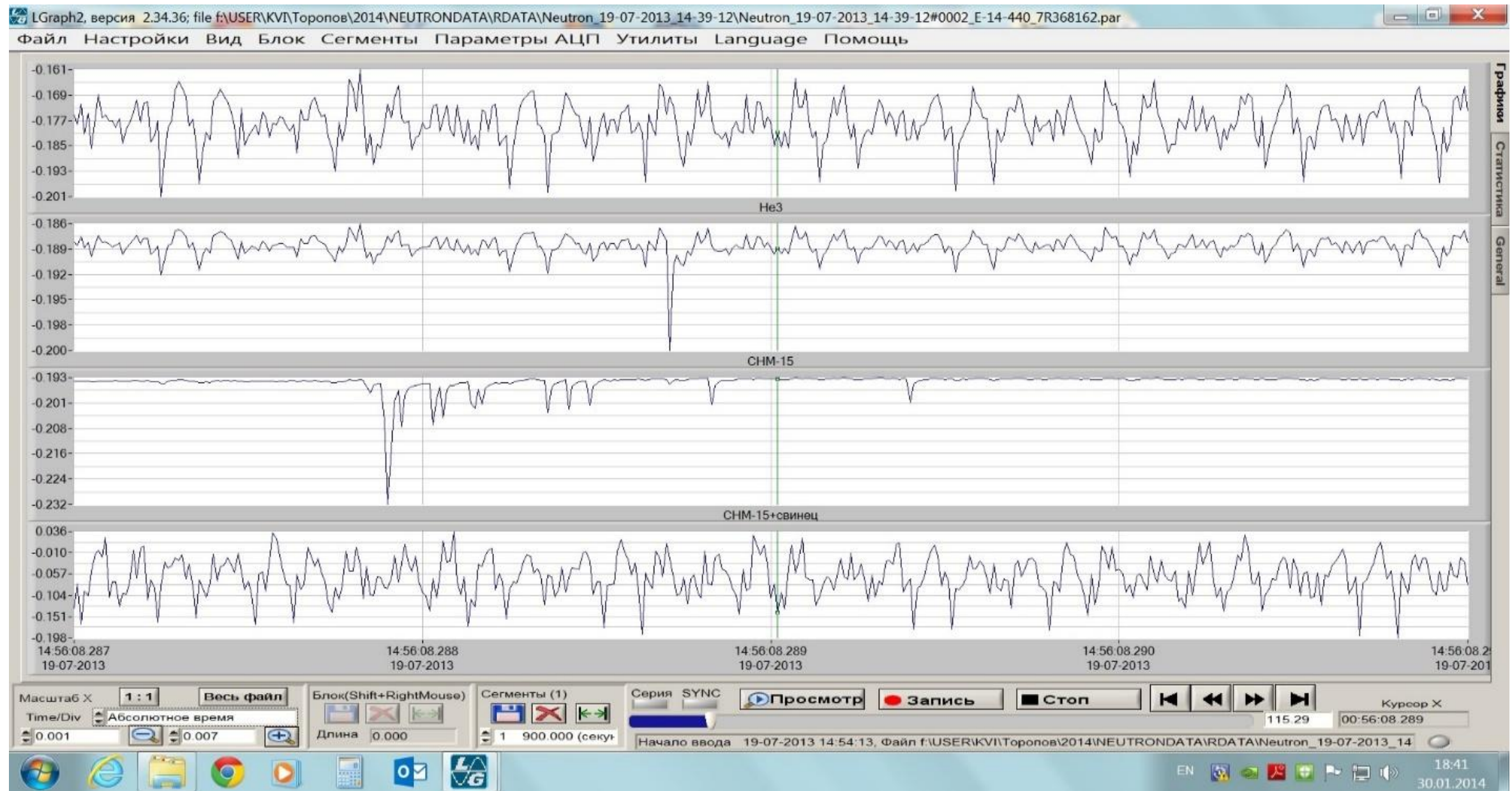
Yakutsk, Jul 19, 2013, 14:56UT



# Наводка электромагнитного импульса. Синхронная запись сигналов в момент молниевоего разряда 14:56 19.07.2013.

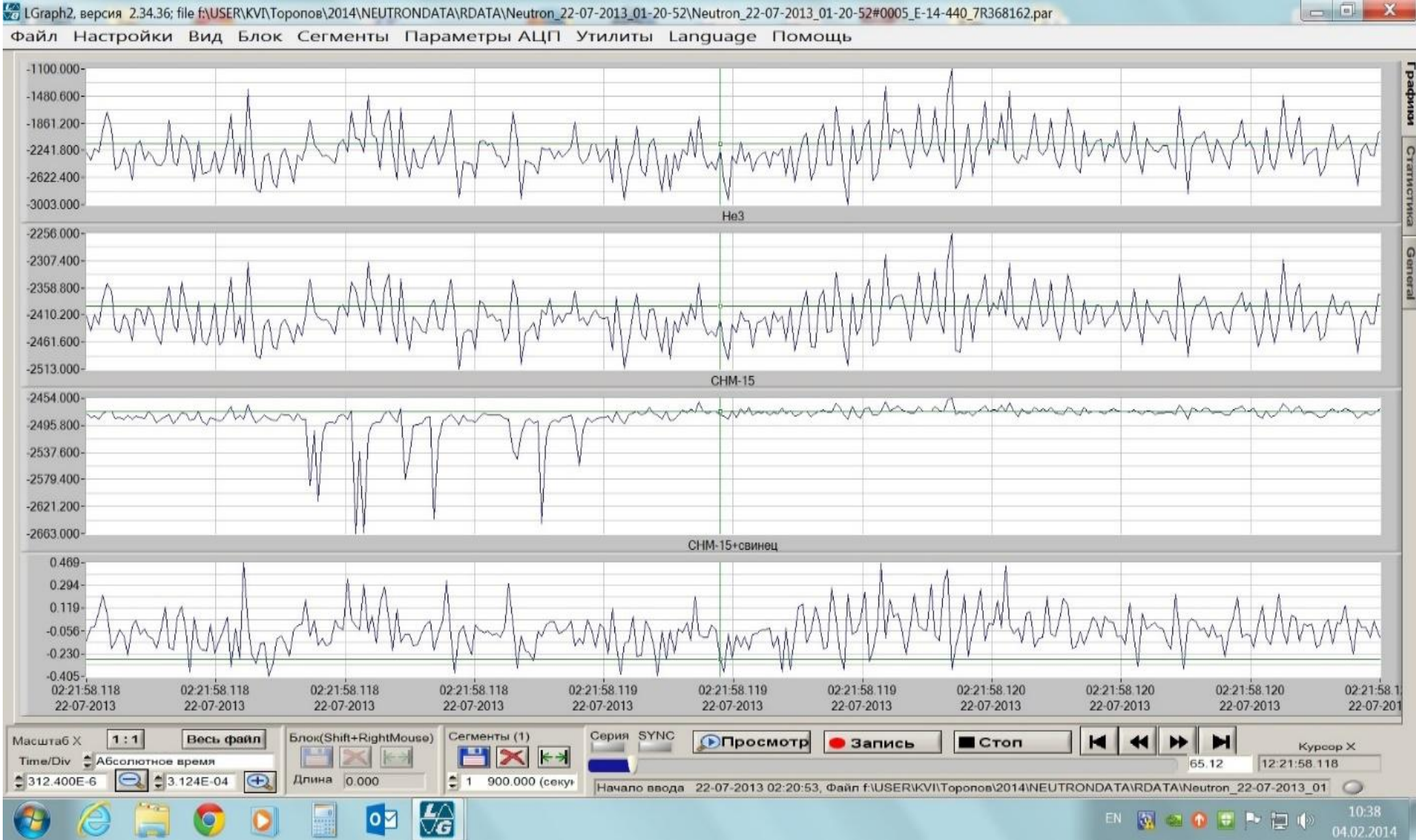


Через 100 мс, 14:56 19.07.2013 три счетчика: He3, СММ-15, СММ-15 + свинцовая оболочка и электрическая антенна.

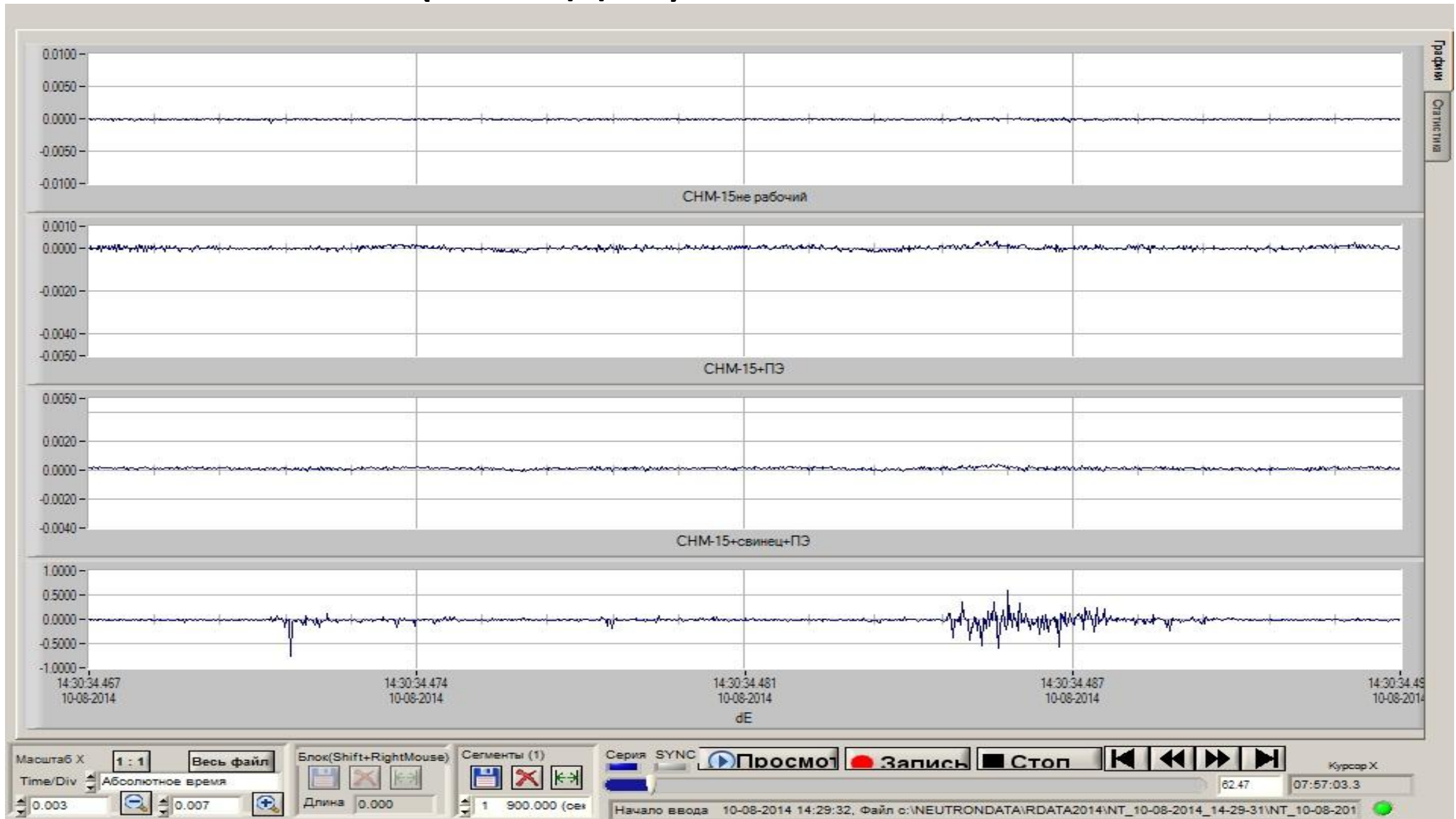




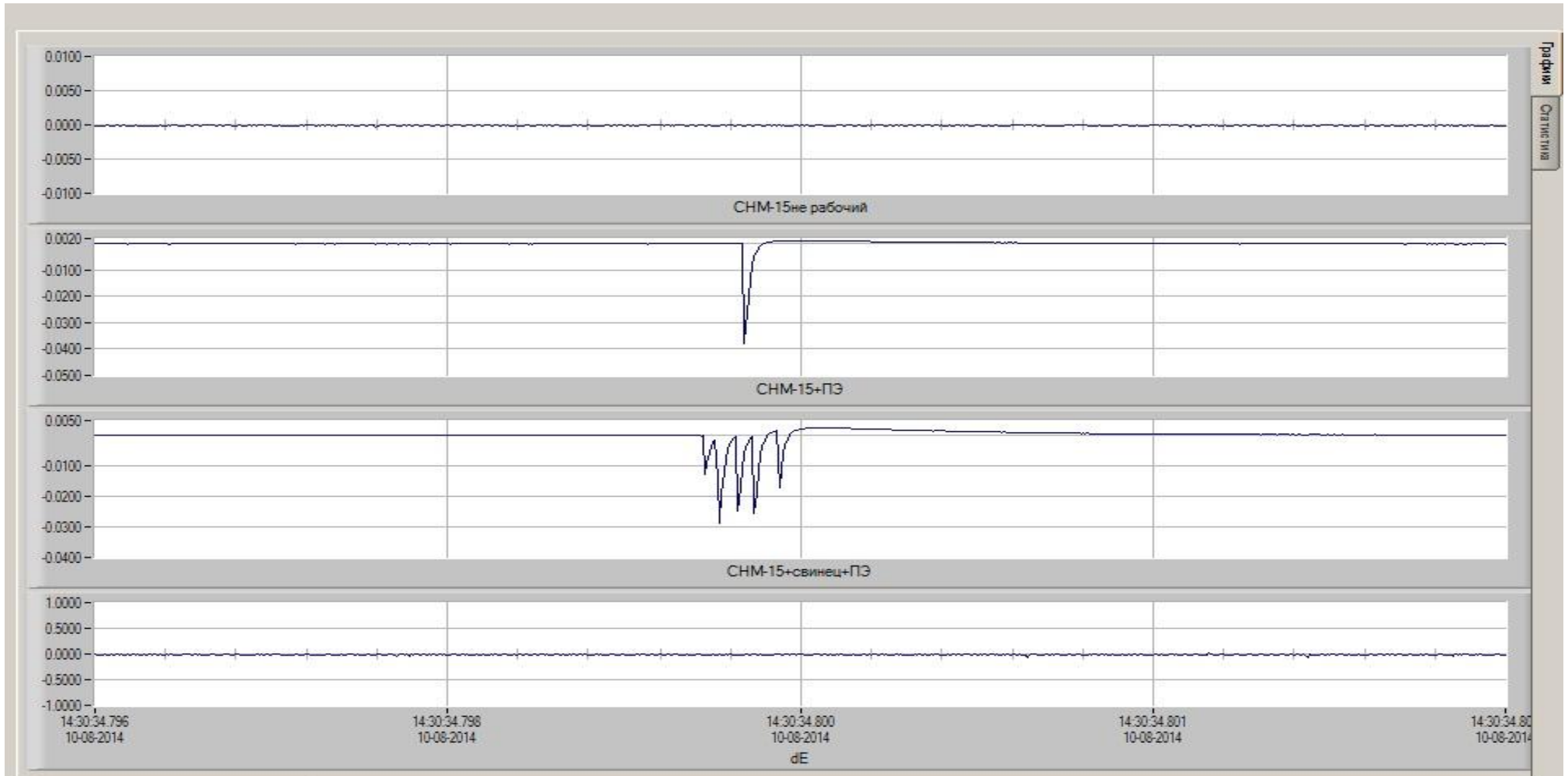
# Импульсы от нейтронов 22-07-2013. Наводка от молнии была ранее на 10 мс.



# Молния (наводка) 10.08.2014 10:30:34



# Молния (нейтроны) 10.08.2014 10:30:34

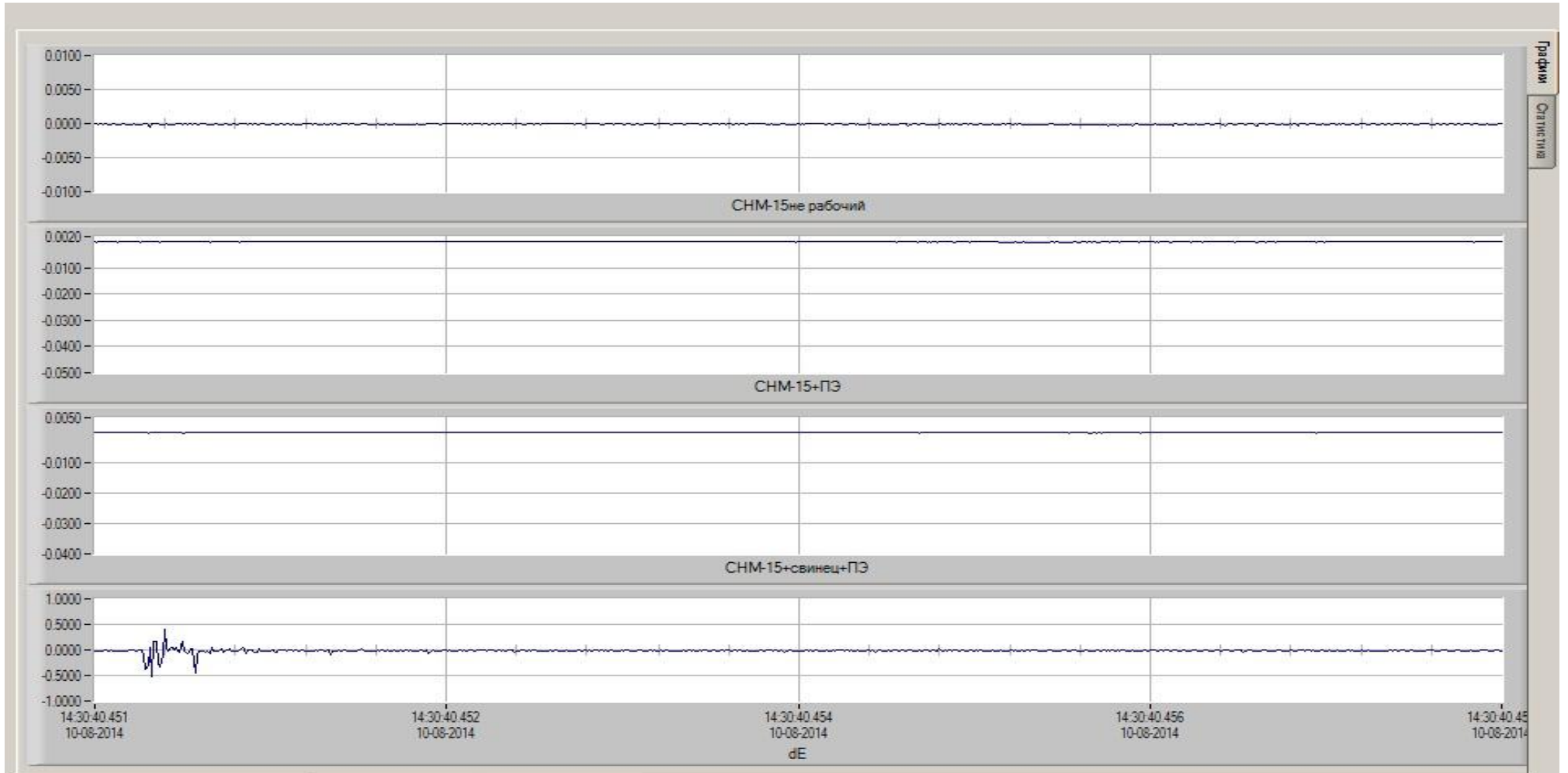


Масштаб X 1 : 1  Блок(Shift+RightMouse) Сегменты (1) Серия SYNC      Курсор X 62.80 07:57:03.3

Time/Div Абсолютное время 0.002 0.002   Длина 0.000 1 900.000 (сек)

Начало ввода 10-08-2014 14:29:32, Файл с:\NEUTRONDATA\RDATA2014\NT\_10-08-2014\_14-29-31\NT\_10-08-2014

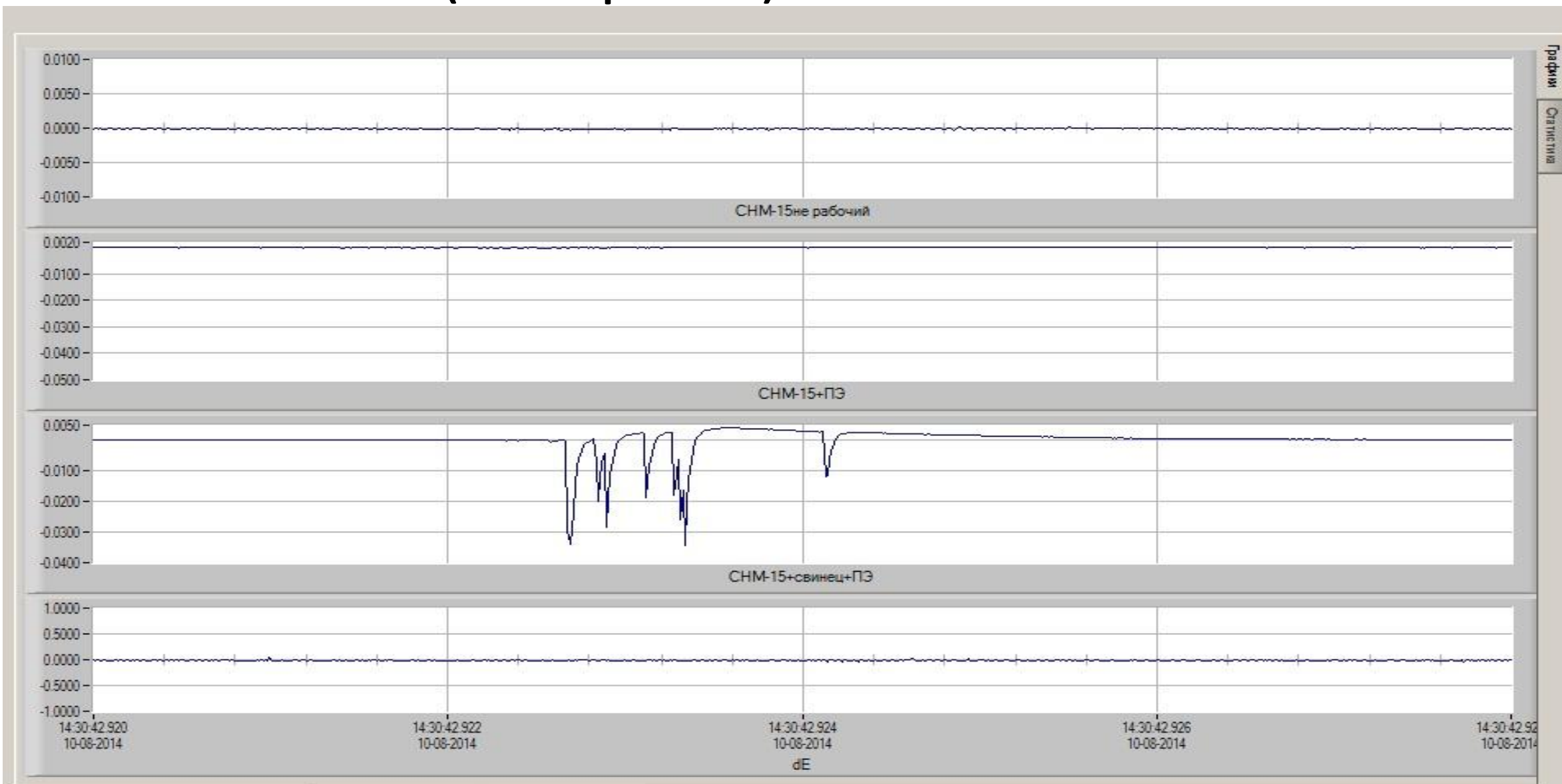
# Молния (наводка) 10.08.2014 10:30:40



Масштаб X: 1:1 | Весь файл | Блок(Shift+RightMouse) | Сегменты (1) | Серия SYNC | Просмотр | Запись | Стоп | Курсор X: 68.45 | 07:57:03.3

Time/Div: Абсолютное время | Длина: 0.000 | 1 | 900.000 (сек) | Начало ввода: 10-08-2014 14:29:32, Файл с:\NEUTRONDATA\RDATA2014\NT\_10-08-2014\_14-29-31\NT\_10-08-2014

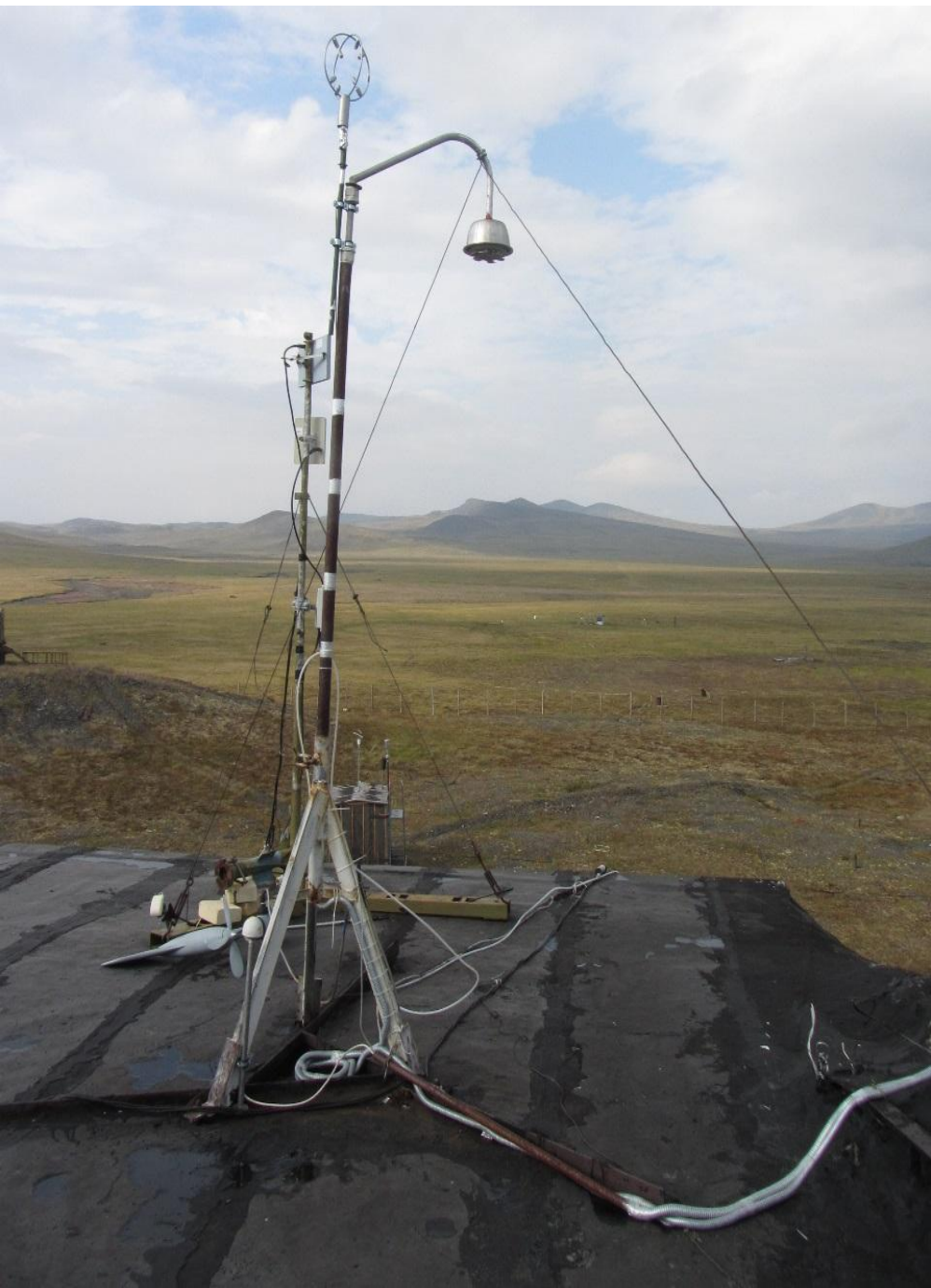
# Молния (нейтроны) 10.08.2014 10:30:40



Масштаб X 1 : 1  Блок(Shift+RightMouse) Сегменты (1) Серия SYNC      Курсор X 70.92 07:57:03.3

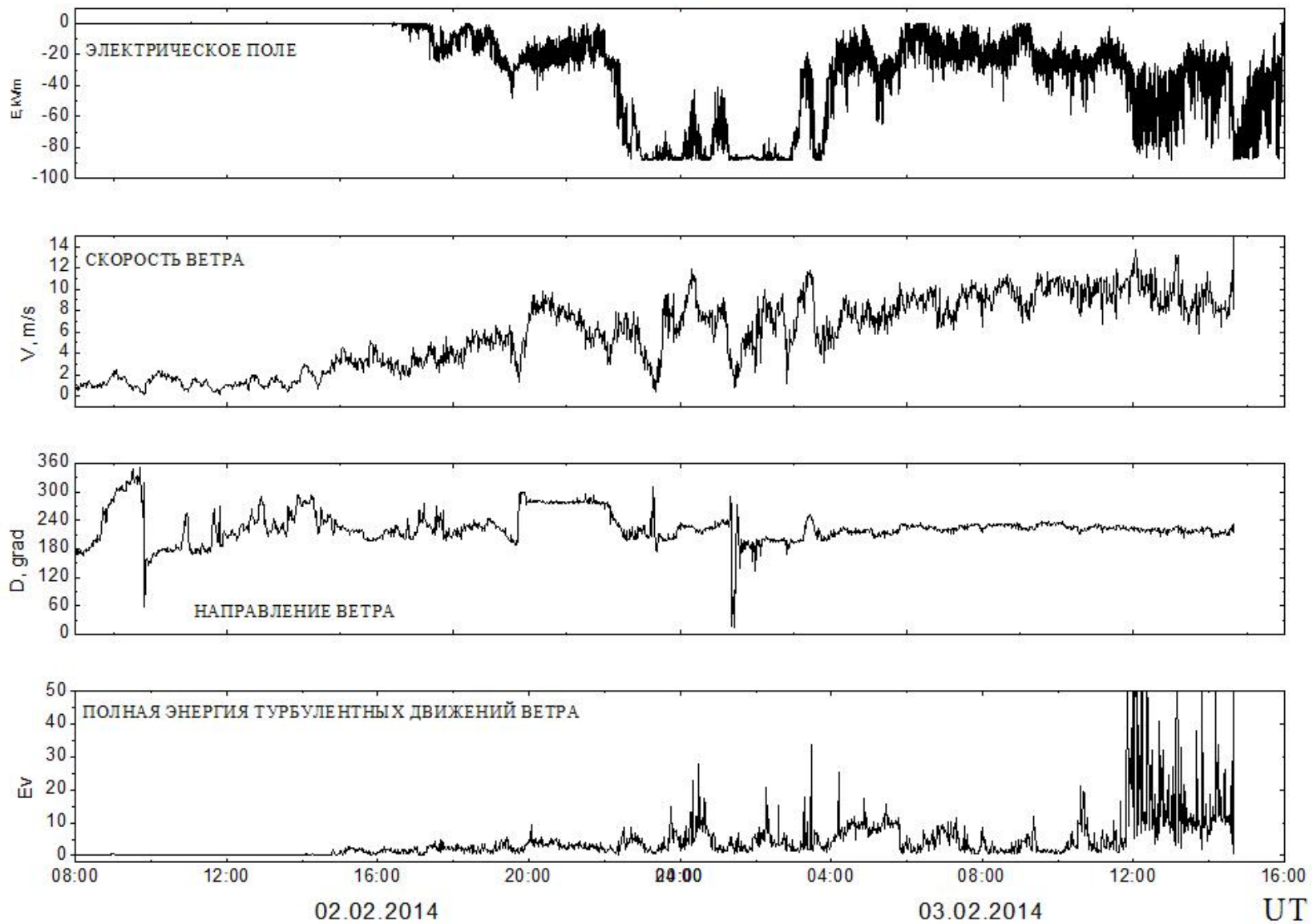
Time/Div Абсолютное время   Длина 0.000  900.000 (сек)

Начало ввода 10-08-2014 14:29:32, Файл c:\NEUTRONDATA\IRDATA2014\NT\_10-08-2014\_14-29-31\NT\_10-08-2014

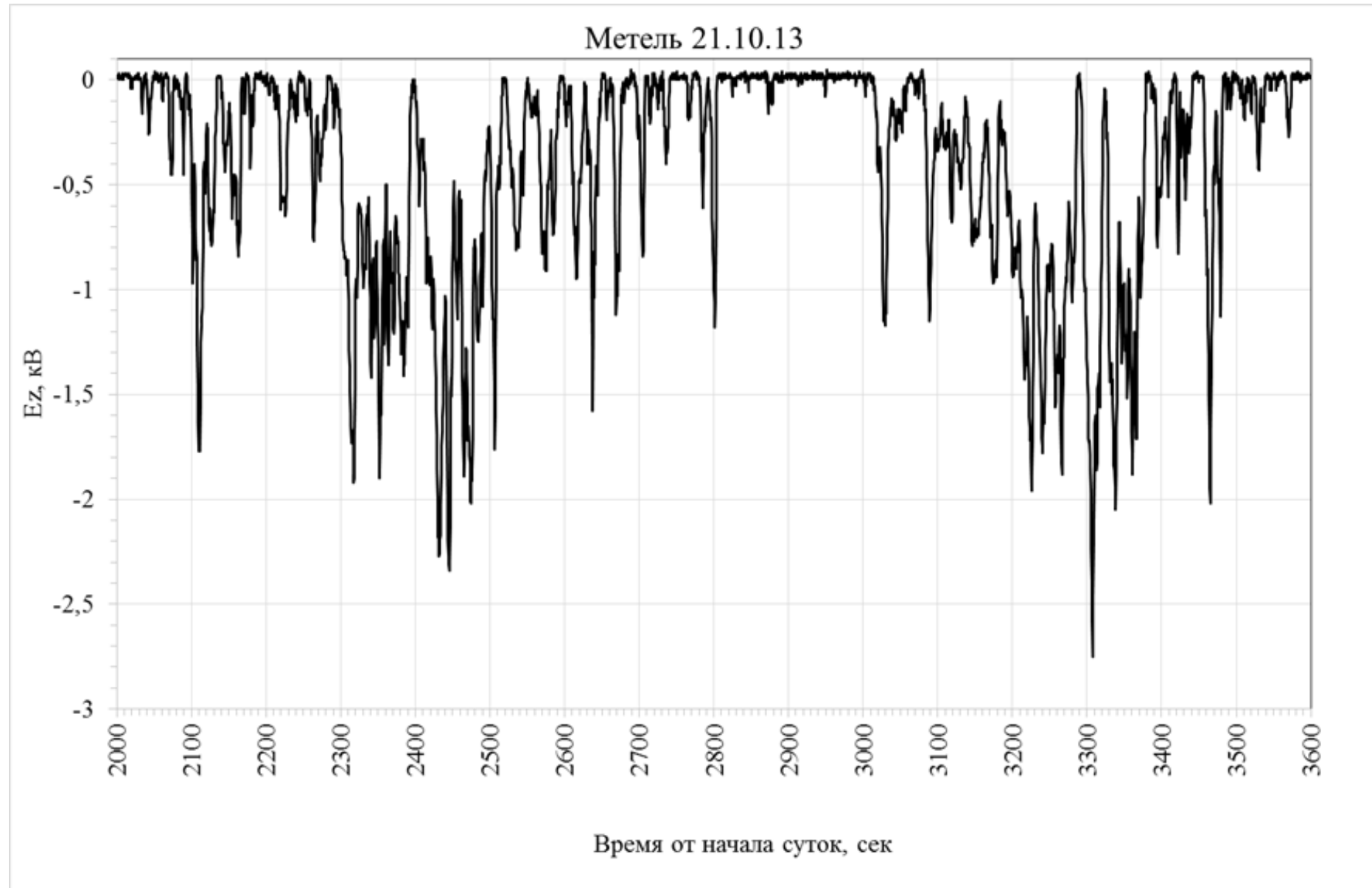


Метель в Тикси. При интенсивных метелях напряжённость электрического поля меняет направление на отрицательное, достигая ниже  $-90$  кВ/м, при этом увеличиваются также быстрые (секундные) флуктуации. Электрических разрядов и всплесков количества нейтронов во время метелей не обнаружено.

# TIXIE



# Электрическое поле. Метель в Тикси 21.10.2013





**Спасибо за внимание**

Встречаемость групп по количеству нейтронов, регистрируемых в группе, представлена на следующем рисунке и может быть выражена степенной зависимостью  $N=0,7*n^{(-2)}$  с коэффициентом детерминации (достоверность)  $R^2=0,97$ . Таким образом, вероятность встретить 15 импульсов в группе, наблюдаемых нами во время грозового разряда, составляет 0,003%, что практически невероятно, а мы наблюдали за одну грозу 2 молнии, сопровождающиеся группами в 11 и 15 нейтронов. Это говорит о том, что эти нейтроны порождены молниевым разрядом.