

Методические указания  
по выполнению лабораторной работы

**“Детектор TRT и современные средства  
мониторирования и диагностики работы детектора  
(TRTViewer)”**

В.О.Тихомиров

Национальный исследовательский ядерный университет  
“МИФИ”

Москва, 2014

# Введение

Данная работа является второй в цикле лабораторных работ, проводимых на кафедре №40 МИФИ и посвященных знакомству с современными установками в физике элементарных частиц на примере детектора TRT эксперимента ATLAS, проводимого на Большом Адронном Коллайдере (БАК) в Европейском Центре Ядерных Исследований (ЦЕРН). Весь цикл работ посвящен детальному знакомству с детектором TRT (Transition Radiation Tracker, Трековый Детектор Переходного Излучения): его устройством, принципом работы, методам обработки и анализа информации с детектора [1]. В данной лабораторной работе изучаются средства и методы мониторинга детектора TRT с помощью специализированного программного пакета TRTViewer.

Подробное описание программы TRTViewer – ее назначение, функции, примеры использования – дается во вводной лекции к лабораторной работе, которую можно найти на Веб-странице [2]. Прежде, чем начинать выполнение работы, необходимо внимательно ознакомиться с этим материалом.

Основой для выполнения работы служат экспериментальные данные, полученные на специальном стенде – т.н. инженерном прототипе TRT, расположенном в одной из лабораторий ЦЕРН. Эти данные были сохранены в виде набора файлов и перенесены на компьютеры в МИФИ, на которых выполняются лабораторные работы цикла. Имена файлов отражают условия, при которых проводился набор данных. Например, в файле `noise116.data` хранится информация, полученная на инженерном прототипе TRT со случайным триггером (т.е. без прохождения частиц через детектор, шумы) при заданном пороге срабатывания в 116 каналов ADC. Файл `FastOR_1480_130.data` содержит данные, полученные с FastOR триггером (главным образом от прохождения космических мюонов через детектор) при напряжении питания на дрейфовых трубках (ДТ) детектора TRT 1480 В и пороге срабатывания в 130 каналов ADC.

Вначале необходимо войти на компьютер, предназначенный для выполнения лабораторных работ данного цикла – в операционную систему Linux, под именем пользователя `user1`. Пароль для входа можно узнать у преподавателя.

## 1. Анализ данных с шумами

Пользователь должен запустить программу TRTViewer в режиме анализа данных с шумами. Это можно сделать, либо выполнив в командной строке Linux команду

```
./trtviewer -c labs/SR1_noise.conf
```

либо кликнув мышкой на иконку



расположенную на рабочем столе компьютера. При запуске откроется окно, в котором необходимо выбрать имя файла с данными для обработки – рис. 1.

Выберите имя файла данных с шумами, например, `noise116.data`. После выбора файла откроется основное окно программы TRTViewer в режиме Event Display.

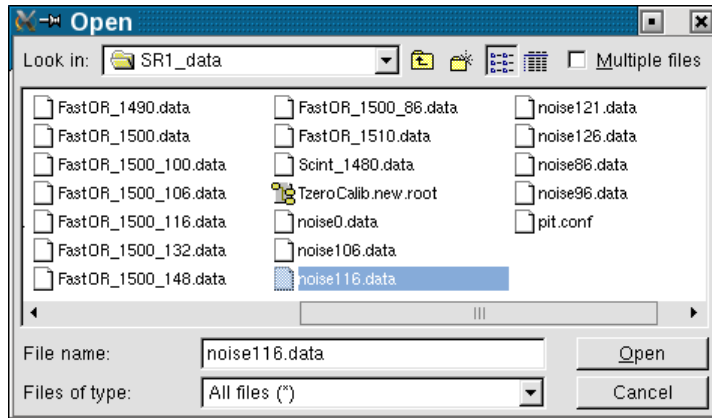


Рис. 1. Окно выбора файла с входными данными.

Нажимая на клавишу “Next Event”, просмотрите, как выглядят события в детекторе TRT – рис. 2. Ответьте – что показывается в этом режиме?

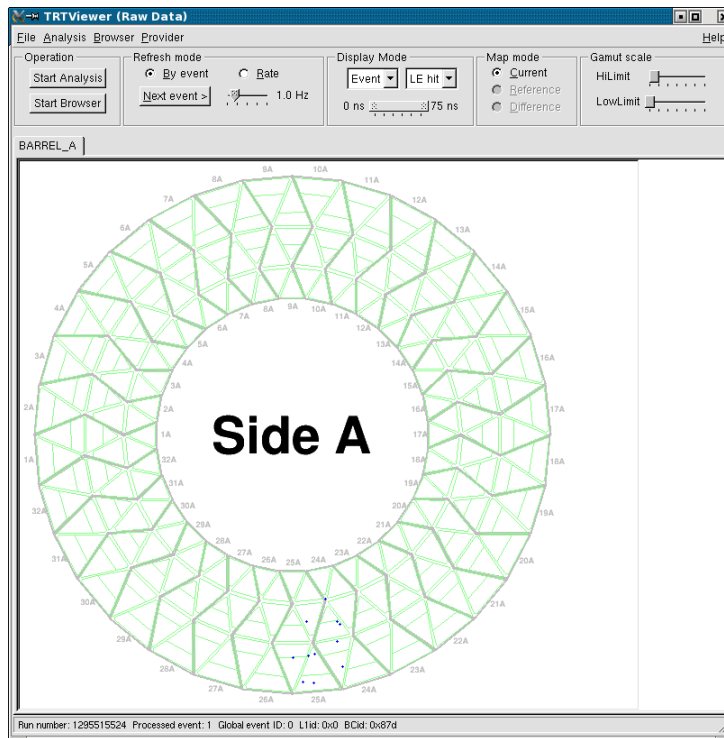


Рис. 2. Событие из данных с шумами, представленное в режиме Event Display.

Двойным левым щелчком мыши в главном окне TRTViewer в районе секторов 24A или 25A откройте новое окно с изображением в увеличенном масштабе. Наведите курсор мышки на изображение одной из сработавших ДТ. Сделайте одинарный щелчок левой кнопкой. Что при этом отобразится? Затем сделайте двойной щелчок левой кнопкой мыши на сработавшей ДТ. Появится новое окно – рис. 3, справа. Объясните – что на нем показано?

Просмотрев несколько событий в режиме Event Display, нажмите кнопку “Start Analysis”. Начнется непрерывная последовательная обработка событий из файла с данными. Дождавшись окончания обработки, переключитесь в режим просмотра

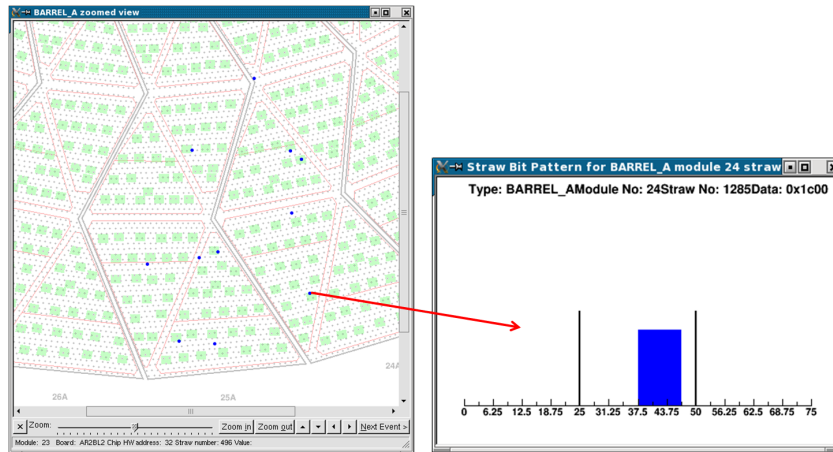


Рис. 3. Слева – окно события в увеличенном масштабе, справа – временная диаграмма сигнала, появляющаяся при двойном щелчке мышью на изображении сработавшей ДТ.

цветовой карты (Color Map), выбрав в левой части меню “Display Mode” пункт “Straw hitmap” – рис. 4.

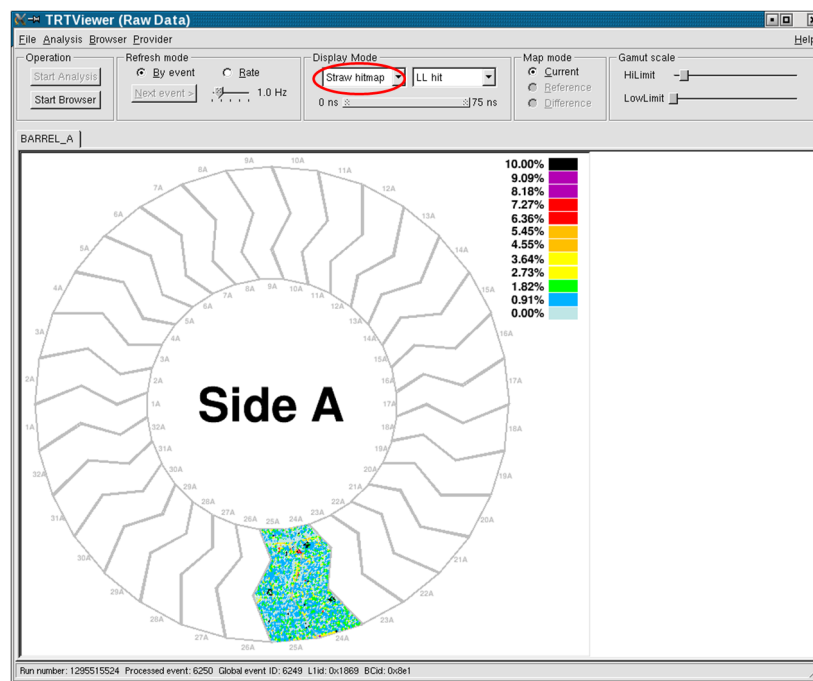


Рис. 4. Режим цветовой карты.

Что изображено в режиме цветовой карты? Какие проблемные области в детекторе TRT вы видите? В чем заключаются возможные причины данных проблем? Сравните изображения, переключая в правой части меню Display Mode отображаемую характеристику с “LE hit map” на “LL hit”. Чем обуславливаются различия? При необходимости выведите увеличенное изображение (рис. 5) и измените масштаб цветовой шкалы, щелкая мышкой на палитру или используя слайдеры “Gamut scale”.

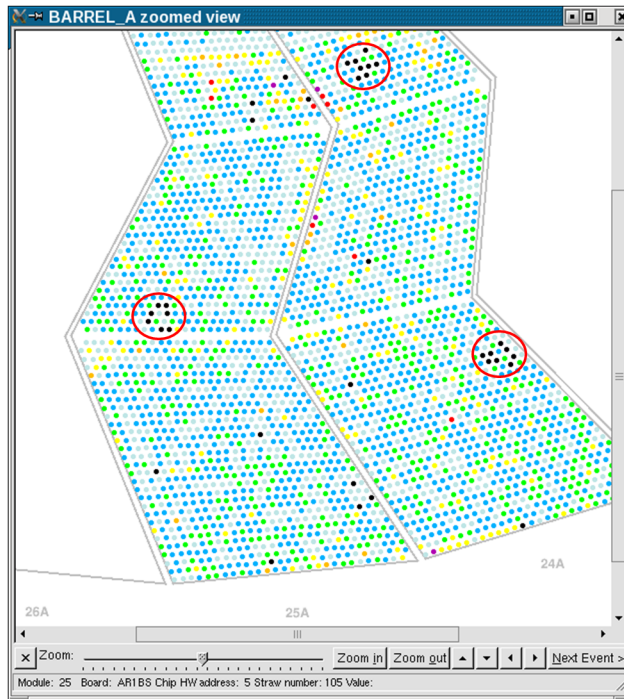


Рис. 5. Увеличенное изображение в режиме цветовой карты.

### Задание №1.

Задание состоит в изучении зависимости вероятности шумов в ДТ детектора TRT от установленного порога низкого уровня.

1. Запустите программу TRTViewer для обработки файла `noise86.data` – данные с шумами при пороге срабатывания 86 каналов ADC. Просмотрите несколько событий в режиме Event Display. Запустите анализ и дождитесь окончания обработки. Определите среднюю вероятность шума. Для этого откройте ROOT браузер и по цепочке “ROOT Files” → “ROS.root” → “Expert” найдите гистограмму `hOccup` – рис. 6. Данная гистограмма представляет собой распределение вероятности шумов для всех каналов детектора TRT. Запомните величину среднего значения.

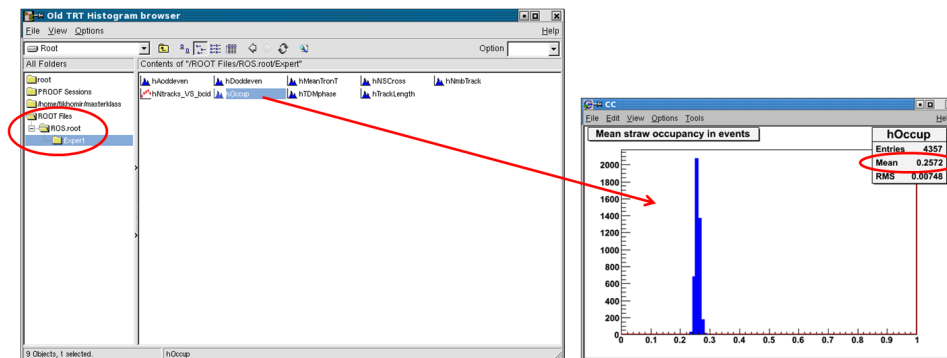
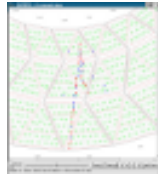


Рис. 6. ROOT браузер и гистограмма с вероятностью шумов всех каналов детектора TRT.

- Повторите данную процедуру для других значений порога, обработав последовательно файлы: `noise96.data`, `noise106.data`, `noise116.data`, `noise121.data` и `noise126.data`. Для каждого значения порога запомните среднюю вероятность шума.
- Постройте график зависимости вероятности шума от значения порога. Объясните его. О чем говорит резкий характер полученной зависимости?

## 2. Анализ данных с треками

Пользователь должен запустить программу TRTViewer для анализа данных с треками. Это можно сделать, либо выполнив в командной строке Linux команду `./trtviewer -c labs/SR1_fastor.conf` либо кликнув мышкой на иконку



расположенную на рабочем столе компьютера. При запуске откроется окно (рис. 1), в котором необходимо выбрать имя файла с данными для обработки, например, `FastOR_1480_116.data`. После запуска программы TRTViewer нажмите на клавишу “Next Event”, чтобы получить изображение события – рис. 7. Просмотрите несколько событий. Чем они характерны?

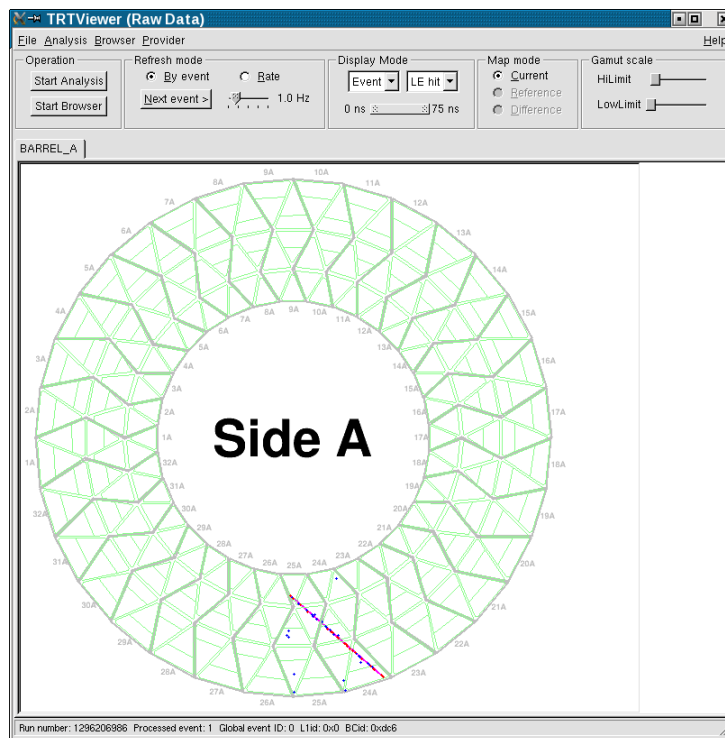


Рис. 7. Событие из данных с треками, представленное в режиме Event Display.

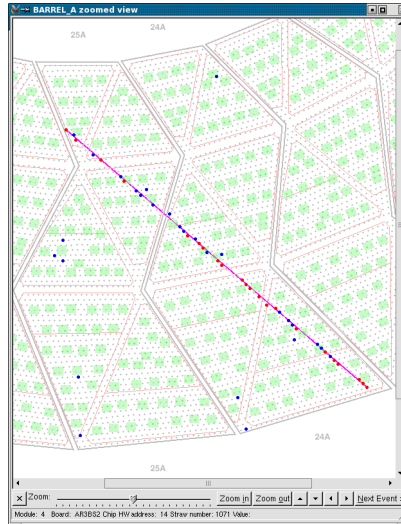


Рис. 8. Увеличенное изображение события с треками в режиме Event Display.

Двойным левым щелчком мыши в главном окне TRTViewer в районе секторов 24А и 25А откройте окно с увеличенным изображением – рис. 8. В этом окне сделайте двойные щелчки мышкой на изображения тех ДТ, которые лежат на треке и получите временную диаграмму сигнала, аналогичную показанной на рис. 3 справа. Что отличает временные диаграммы сигналов на треке от шумовых?

Нажмите кнопку “Start Analysis”, чтобы начать последовательную обработку событий. После завершения обработки с помощью меню “Display Mode” переключитесь в режим представления цветовой карты и выберите отображаемую характеристику “LL hit” – рис. 9.

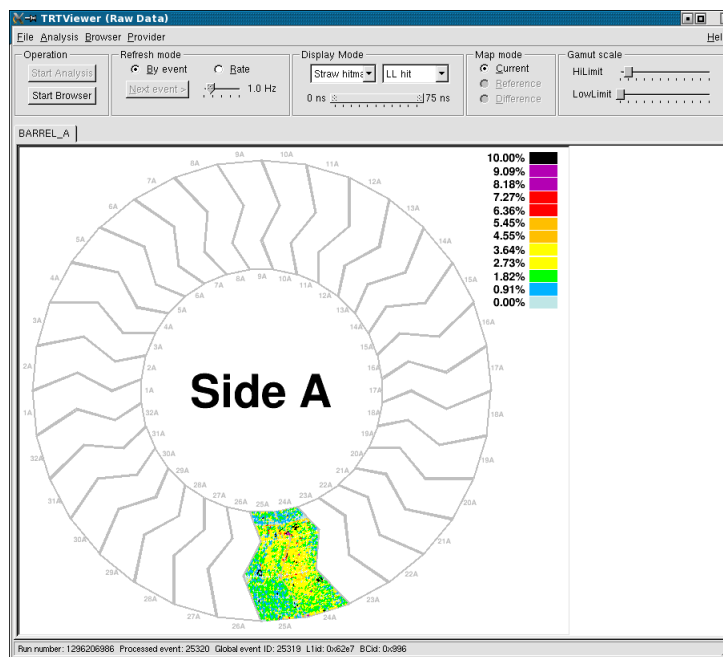


Рис. 9. Характеристика “LL hit”, полученная при обработке событий с треками и отображенная в виде цветовой карты.

Чем полученная картина отличается от аналогичной, полученной с данными с шумами при таком же пороге и высоком напряжении (рис. 4)? Почему?

В режиме цветовой карты переключитесь на отображение характеристики “LL onTrack” – рис. 10. Выставьте пределы цветовой шкалы в 0–100%.

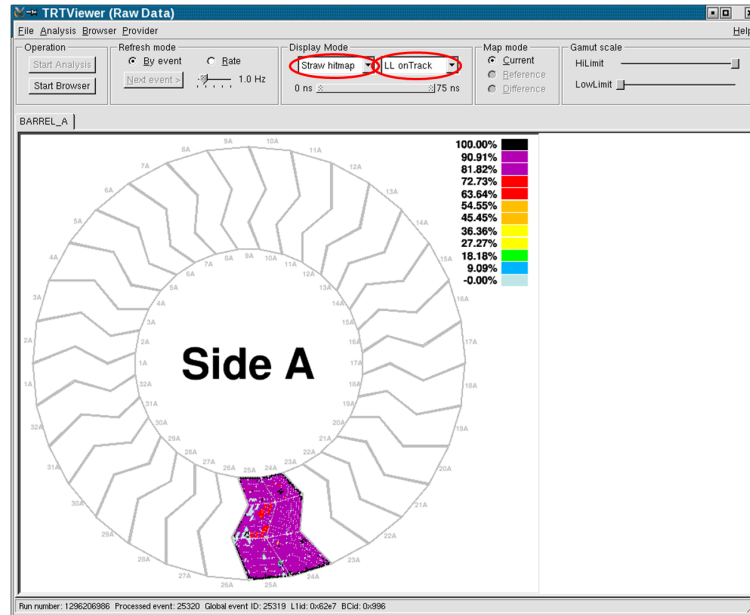


Рис. 10. Характеристика “LL onTrack”, отображенная в виде цветовой карты.

Что означает эта характеристика? Какие особенности видны на данной карте? Для более удобного рассмотрения откройте окно с увеличенным изображением – рис. 11.

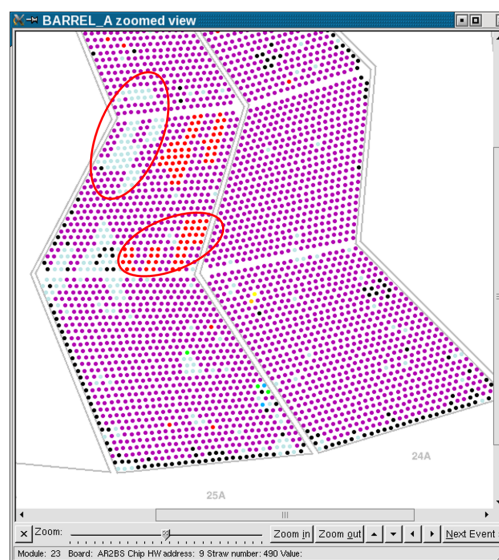


Рис. 11. Увеличенное изображение цветовой карты характеристики “LL onTrack”.

### Задание №2.

Задание посвящено изучению процедуры калибровки параметра  $t_0$  – временной задержки в каналах электроники ДТ, а также влиянию, которое эта процедура



оказывает на точность определения координаты проходящей через ДТ заряженной частицы.

1. Запустите программу TRTViewer для обработки файла с трековыми данными, набранными с FAST\_OR триггером на инженерном прототипе TRT. Выберите файл с именем FastOR\_1480\_116.data.
2. Обработайте данные. При этом при определении координат проходящей через ДТ частицы по измеренному времени дрейфа, программа будет для всех ДТ использовать одно значение параметра  $t_0$ , заданное в конфигурационном файле. Откройте ROOT браузер и просмотрите гистограммы hRt, hHitDev, hResidual, расположенные в папке Shifter – рис. 12. Выйдите из программы TRTViewer – обязательно через меню “File”→“Exit”.
3. Переименуйте сохраненный файл  $t_0$  калибровок TZeroCalib.new.root в файл с именем TZeroCalib.root.
4. Снова запустите TRTViewer с тем же файлом данных. Теперь программа прочтет значения  $t_0$  – свои для каждой из ДТ – из файла TZeroCalib.root и будет ими пользоваться при определении координат и реконструкции треков. После окончания обработки данных откройте ROOT браузер и просмотрите гистограммы, указанные выше. Что изменилось в виде этих гистограмм? Почему?

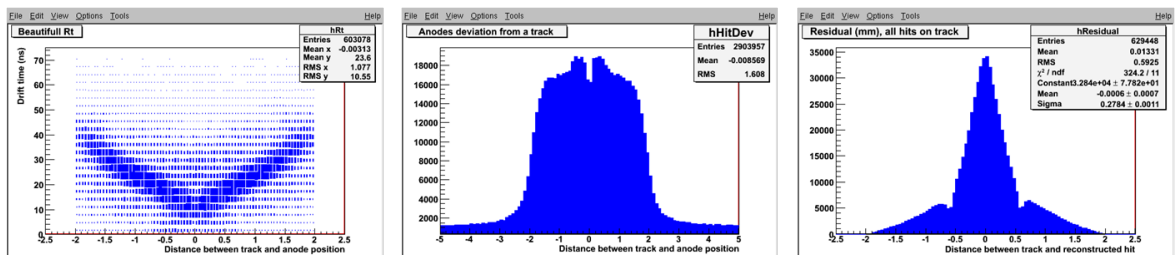


Рис. 12. Слева направо: гистограммы hRt, hHitDev, hResidual, полученные при обработке данных с треками.

## ССЫЛКИ

- [1] <http://particle.mephi.ru/masterclasses/> – домашняя страница цикла лабораторных работ (мастер классы).
- [2] <http://particle.mephi.ru/masterclasses/lab2> – страница данной лабораторной работы с вводной лекцией, методическим и дополнительным материалами.