

# МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

*А.В.Кружалов, В.Л.Петров, А.С.Шеин, В.С.Андреев,  
Л.В.Викторов, А.Л.Крымов, Г.А.Кунцевич, Шульгин Б.В.  
Уральский государственный технический университет – УПИ  
Кафедра экспериментальной физики*



# К истории вопроса

- По заказу Минобороны РФ на Урале силами ФГУП «ЗТМ» и УГТУ-УПИ были разработаны, изготовлены и прошли Государственные испытания комплексы радиационного контроля:
  - «Соратник-01» - автомобильный
  - «Соратник-03» - вертолетный
  - «Соратник-04» - корабельный

# Комплекс «Соратник-01»



# Комплекс «Соратник-03» на вертолете Ка27Е



# Комплекс «Соратник-04» на корабле проекта 05964



# МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

- По заказу ГУП МосНПО «Радон» силами УГТУ-УПИ разработан, изготовлен и после проведения испытаний передан заказчику мобильный комплекс радиационного контроля, установленный на автомобиле ГАЗ-2705 «Газель».



- Комплекс РК на автомобиле-носителе

# Назначение комплекса

- **Радиационный контроль** подвижных и неподвижных объектов по маршруту движения с целью обнаружения источников ионизирующих излучений с одновременной фиксацией географических координат и видеоизображений объекта контроля;
- **определение зон загрязнения** в случае аварий с радиоактивными материалами;
- **контроль за несанкционированным перемещением радиоактивных материалов.**

## Задачи, решаемые с помощью комплекса:

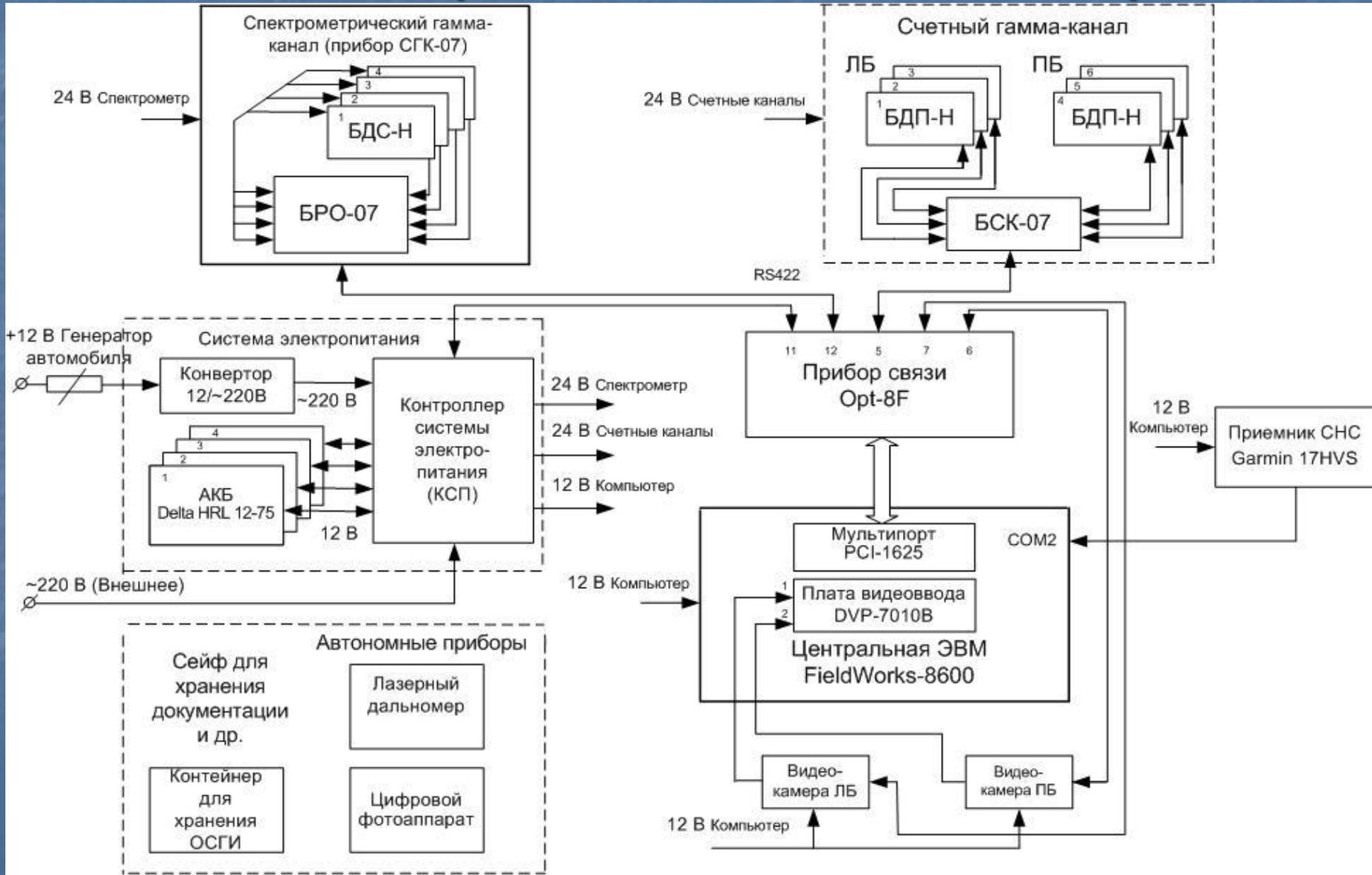
- обнаружение точечных источников и локальных аномалий радиоактивного загрязнения при обследовании местности по маршруту движения комплекса, на неподвижных и подвижных объектах контроля;
- фиксация координат комплекса и видеоизображений контролируемых объектов (зон) в процессе проведения радиационного контроля;
- идентификация обнаруженных источников по измеренным спектрам гамма-излучения;

# Состав комплекса

(обобщенная функциональная схема)



# Структурная схема мобильного комплекса радиационного контроля

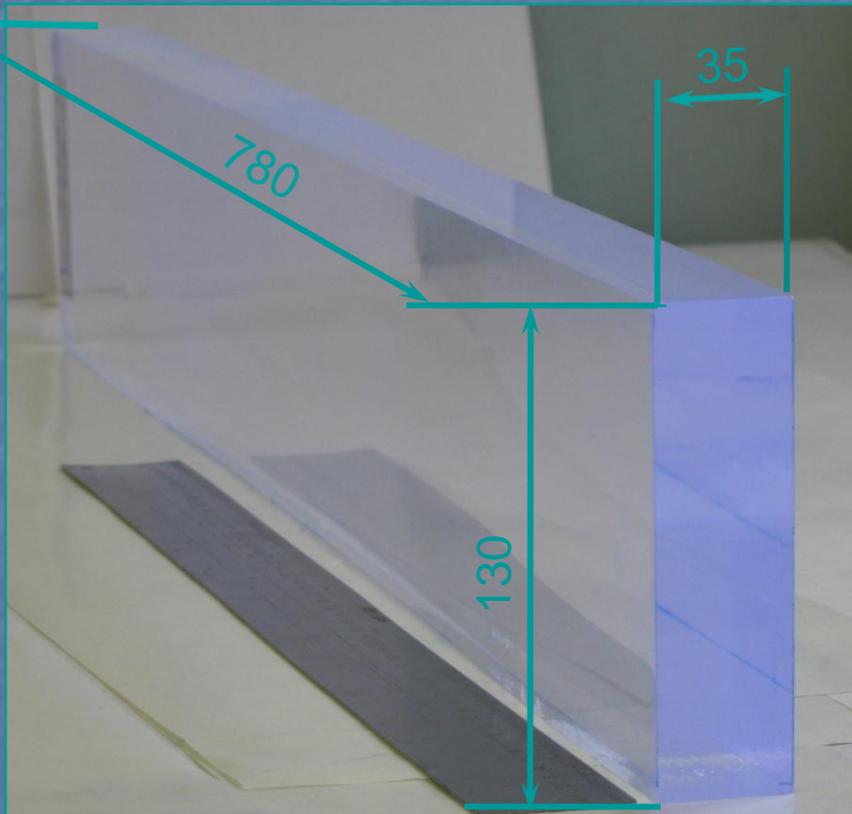


# Счетный гамма-канал



Счетный гамма-канал – основной для решения задач поиска и обнаружения. Высокая обнаружительная способность обеспечивается за счет большой площади чувствительной поверхности детекторов (около  $0,3 \text{ м}^2$  по каждому борту). Детекторы - на основе сцинтиллирующей пластмассы (показаны стрелками). Общее количество блоков детектирования – 6 шт. (по 3 шт. по каждому борту)

# Детектор счетного канала



пластмассовый сцинтиллятор  
780x130x35 мм<sup>3</sup>



Блок детектирования БДП-Н

# Сборки детекторов, установленные по левому и правому бортам



# Спектрометрический гамма-канал



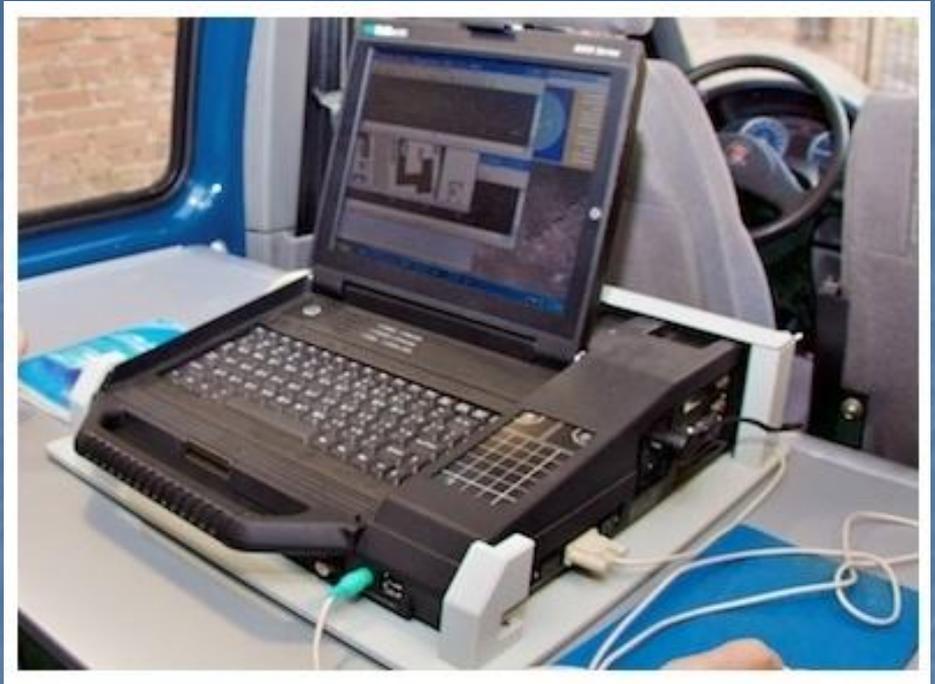
Основа — сцинтилляционные детекторы NaI-Tl (63x63 мм). В комплексе используются 4 блока детектирования, сигналы от которых обрабатываются (оцифровываются, суммируются) в специализированной микро-ЭВМ, управляющей спектрометрическими АЦП. Сформированные спектры передаются по каналу связи RS-422 в центральную ЭВМ.

# Центральная ЭВМ

Центральная ЭВМ (ЦЭВМ) – промышленный компьютер FW8600 с дисплеем повышенной яркости.

Компьютер предназначен для работы в жестких условиях эксплуатации.

К ЦЭВМ подключен приемник спутниковой навигационной системы (GPS) типа Garmin, установленный на крыше автомобиля.



# Видеоканал комплекса



Видеоканал построен с использованием двух видеокамер Sony FCB-EX1000R, установленных по правому и левому бортам автомобиля.

Плата видеоввода **DVP-7010B** устанавливается в свободный слот ЦЭВМ.

# Подсистема электропитания

Включает в себя:

- **Аккумуляторную батарею** Delta 75 А/ч 12 В HRL 12-75 (4шт.);
- **Контроллер системы электропитания** специализированный компьютер для управления процессами заряда-разряда аккумуляторов;
- **Комплект кабелей** для подключения комплекса к внешней электросети **220 В.**



# Основные технические характеристики комплекса

## 1. Пороги обнаружения

1.1. Минимальная обнаруживаемая плотность потока гамма-квантов, создаваемая неподвижным гамма-источником  $^{137}\text{Cs}$  в точке детектирования (при времени измерения 100 с, уровне фона не более 0,15 мкЗв/ч, вероятности ложной тревоги 0,05):

- по счетному гамма-каналу – не более  $350 \text{ м}^{-2}\text{с}^{-1}$ ;
- по спектрометрическому гамма-каналу – не более  $850 \text{ м}^{-2}\text{с}^{-1}$ .

1.2. Максимальная дальность обнаружения, соответствующая указанным пороговым уровням обнаружения источника  $^{137}\text{Cs}$  активностью 1,5 мКи (56 МБк):

- по счетному гамма-каналу – 90 м.
- по спектрометрическому гамма-каналу – 60 м.

# Эксплуатационные характеристики

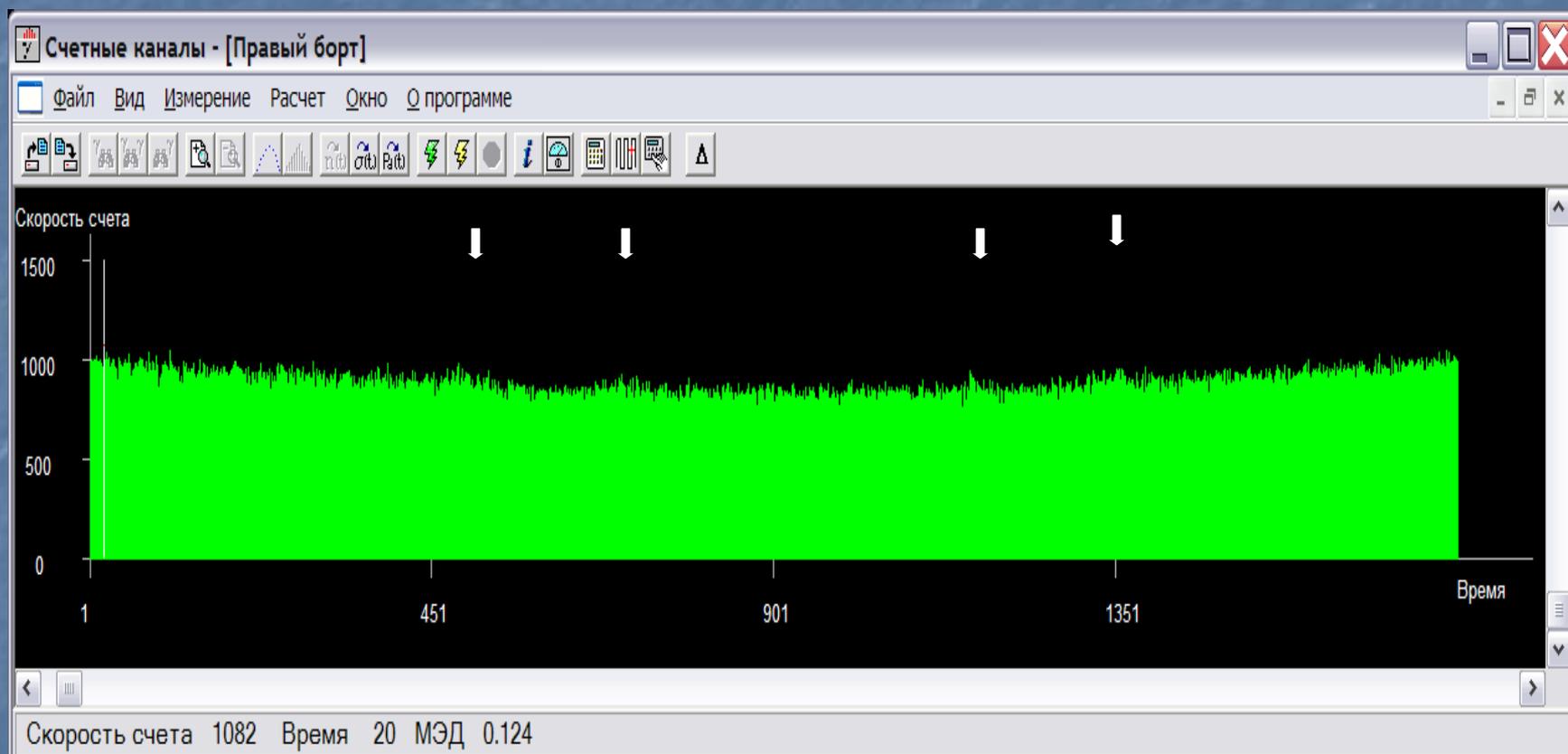
Комплекс сохраняет работоспособность после воздействия неблагоприятных внешних факторов:

- синусоидальной вибрации частоты от 5 до 500 Гц с виброускорением до 2g;
- многократных ударов с пиковым ускорением до 6g при длительности импульса 20 мс;
- повышенной температуры до 55 °С;
- пониженной температуры до минус 40 °С.

# Важные особенности работы с КОМПЛЕКСОМ

- Для решения основных задач комплекса – поиска (обнаружения) точечных источников ИИ на трассе контроля – обработка сигнала от детекторов осуществляется при помощи специально разработанного прикладного ПО – SFG; разработка SFG основана на применении известных методов теории обнаружения. Предварительные испытания комплекса продемонстрировали высокие обнаружительные способности комплекса: пороговые сигналы были близки к теоретическим.
- Однако указанное совпадение с теорией обеспечивается только при условиях, когда фон можно считать стационарным эргодическим процессом.

# Результат измерения в условиях медленно меняющегося уровня фона

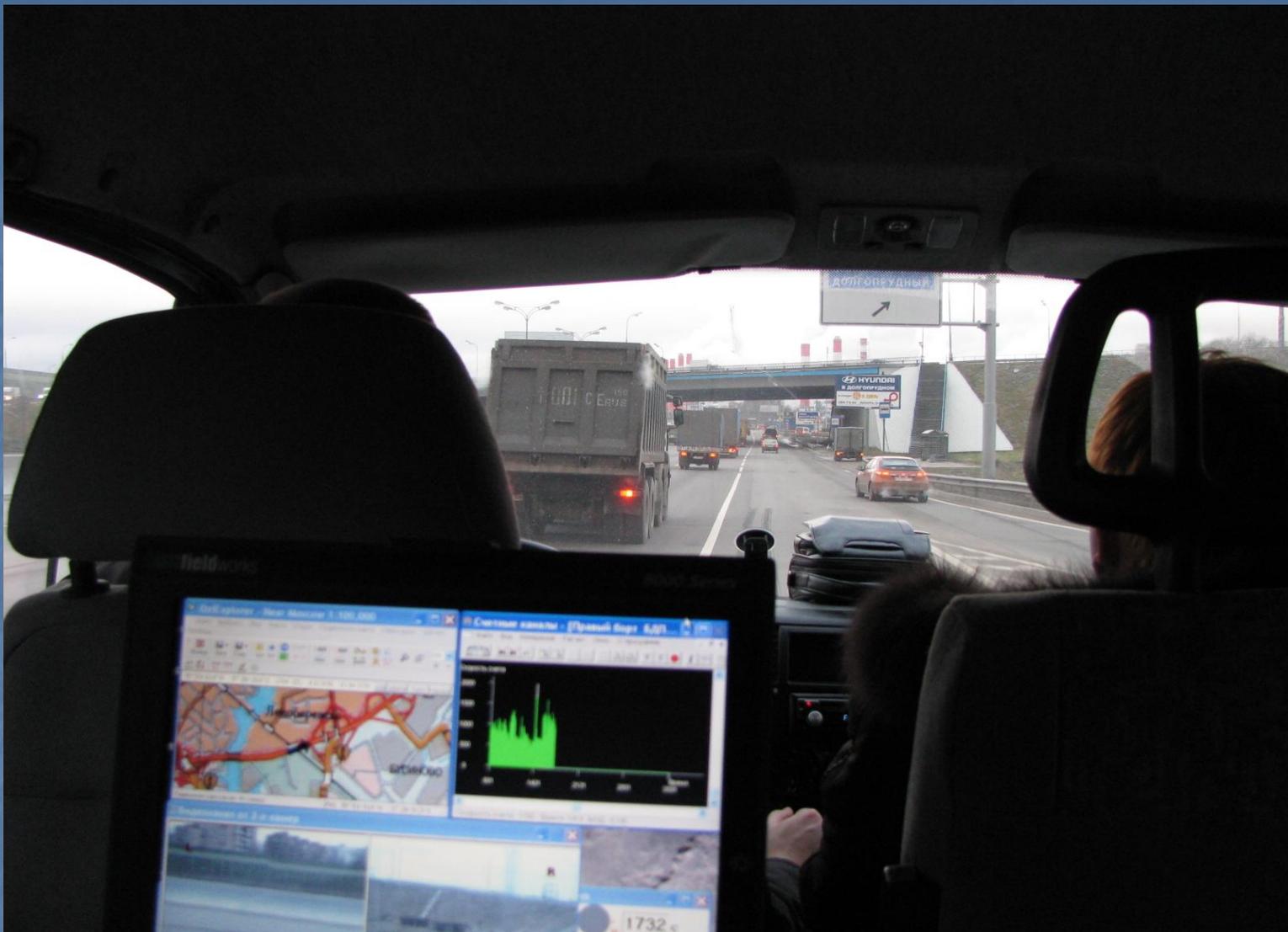


Стрелками показаны сигналы, обнаруженные средствами ПО.

# Особенности работы в реальных условиях

- Дальнейшие испытания показали, что в большинстве практических случаев **решение задач поиска** (обнаружения) точечных источников на трассе контроля оказывается **весьма нетривиальным**, и это обусловлено прежде всего **характером флуктуаций гамма-фона** при движении комплекса по трассе.

Указанные флуктуации – значительны и существенно зависят как от материалов покрытия дороги, так и от наличия и характера придорожных сооружений.



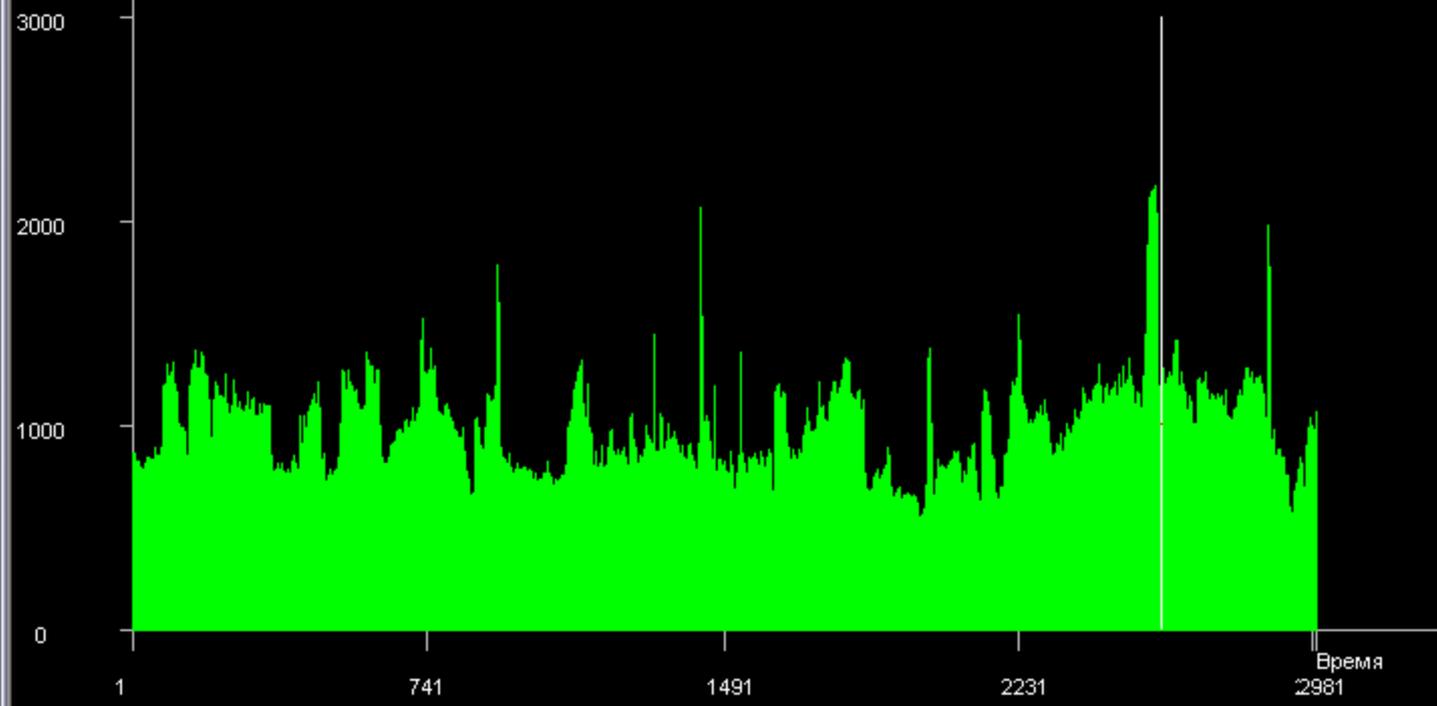
Проезд по участку МКАД

Счетные каналы - [Правый борт]

Файл Вид Измерение Расчет Окно Q программе



Скорость счета



Скорость счета 1013 Время 2593 МЭД 0.116

### OziExplorer - Ch\_ku\_2.jpg

Панель трека

Файл Выбрать Вид Карта Опции Подвижная карта Навигация Справка

ZOOM 200 ZOOM 100 ZOOM 50 ZOOM FULL

55° 47' 44,1" N 37° 28' 25,2" E UTM 37U 4 04 307E 61 84 493N Pulkovo 1942 (2)

Путевые точки: 0 из 10000 (GPS:10000) События: 0 из 500

### База данных объектов

Файл Редактирование Поиск Выбор базы Помощь

Дата	Обнаружение	№ объекта	№ сеанса	Спектр
10.12.2008	фон	0.0	23	152
10.12.2008	Есть	99.9	23	153
10.12.2008	Есть	99.9	23	154
10.12.2008	фон	0.0	23	155
10.12.2008	Есть	99.9	23	156
10.12.2008	фон	0.0	23	157
10.12.2008	фон	0.0	23	158
10.12.2008	Есть	99.9	23	159
10.12.2008	Есть	99.9	23	160
10.12.2008	Нет	0.0	23	161
10.12.2008	Есть	99.9	23	162
10.12.2008	Нет	0.0	23	163
10.12.2008	Есть	99.9	23	164
10.12.2008	Нет	0.0	23	165
10.12.2008	Есть	99.9	23	166
10.12.2008	Есть	99.9	23	168
10.12.2008	Есть	99.8	23	169
10.12.2008	Есть	99.9	23	171
10.12.2008	Есть	99.9	23	172

База: Начало, Конец, Листать группы, Назад, Вперед

Фото/координ: Показать

LS  RS

Комментарий

Выбор:  Ск. счета,  Спектр

Обработка

CAPS NUM SCROLL

### Счетные каналы - [Левый борт]

Файл Вид Измерение Расчет Окно О программе

Скорость счета: 2773 Время: 44 МЭД 0.319

### C:\DATA\WD10115834\144.jpg

CK42 - 55° 47' 44,1" N 37° 28' 25,2" E - 0,0 м/сек

### SFGamma

Измерение Видеоканал СНС База данных Обработка ?



### OziExplorer - Ch\_ku\_2.jpg

Панель трека

Файл Выбрать Вид Карта Опции Подвижная карта Навигация Гаггинг Помощь

ZOOM 200 100 50 FULL

GPS GPS GPS GPS GPS GPS

55° 47' 43.0" N 37° 28' 28.2" E UTM 37U 4 04 359E 61 84 457N Pulkovo 1942 (2)

Карта Слева точ События Трек Маршрут

Путевые точки: 0 из 10000 (GPS:10000) События: 0 из 500

### База данных объектов

Файл Редактирование Поиск Выбор базы Помощь

Дата	Обнаружение	№ объекта	№ сеанса	Спектр
10.12.2008	фон	0.0	23	152
10.12.2008	Есть	99.9	23	153
10.12.2008	Есть	99.9	23	154
10.12.2008	фон	0.0	23	155
10.12.2008	Есть	99.9	23	156
10.12.2008	фон	0.0	23	157
10.12.2008	фон	0.0	23	158
10.12.2008	Есть	99.9	23	159
10.12.2008	Есть	99.9	23	160
10.12.2008	Нет	0.0	23	161
10.12.2008	Есть	99.9	23	162
10.12.2008	Нет	0.0	23	163
10.12.2008	Есть	99.9	23	164
10.12.2008	Нет	0.0	23	165
10.12.2008	Есть	99.9	23	166
10.12.2008	Есть	99.9	23	168
10.12.2008	Есть	99.8	23	169
10.12.2008	Есть	99.9	23	171
10.12.2008	Есть	99.9	23	172

База

- Начало
- Конец
- Листать группы
- Назад
- Вперед
- Фото/координ
- Показать
- LS  RS
- Комментарий
- Выбор
- Ск. счета
- Спектр
- Обработка

CAPS NUM SCROLL

### Счетные каналы - [Левый борт]

Файл Вид Измерение Расчет Окно О программе

Скорость счета 2554 Время 46 МЭД 0.294

### C:\DATA\WD10115834\I46.jpg

42 55, 18" N 37° 28' 21.5" E 0

### SFGamma

Измерение Видеоканал СНС База данных Обработка ?

2:11

### OziExplorer - Ch\_ku\_2.jpg

Панель трека

Файл Выбрать Вид Карта Опции Подвижная карта Навигация Гаггинг Помощь

ZOOM 200 100 50 FULL

GPS GPS GPS GPS GPS GPS NHER MM NHER

55° 47' 43,0" N 37° 28' 27,5" E UTM 37U 4 04 345E 61 84 455N Pulkovo 1942 [2]

Карта Слева точка События Трек Маршрут

Путевые точки : 0 из 10000 (GPS:10000) События : 0 из 500

### База данных объектов

Файл Редактирование Поиск Выбор базы Помощь

Дата	Обнаружение	№ объекта	№ сеанса	Спектр
10.12.2008	Фон	0.0	23	152
10.12.2008	Есть	99.9	23	153
10.12.2008	Есть	99.9	23	154
10.12.2008	Фон	0.0	23	155
10.12.2008	Есть	99.9	23	156
10.12.2008	Фон	0.0	23	157
10.12.2008	Фон	0.0	23	158
10.12.2008	Есть	99.9	23	159
10.12.2008	Есть	99.9	23	160
10.12.2008	Нет	0.0	23	161
10.12.2008	Есть	99.9	23	162
10.12.2008	Нет	0.0	23	163
10.12.2008	Есть	99.9	23	164
10.12.2008	Нет	0.0	23	165
10.12.2008	Есть	99.9	23	166
10.12.2008	Есть	99.9	23	168
10.12.2008	Есть	99.8	23	169
10.12.2008	Есть	99.9	23	171
10.12.2008	Есть	99.9	23	172

База

- Начало
- Конец
- Листать группы
  - Назад
  - Вперед
- Фото/координ
  - Показать
  - LS  RS
- Комментарий
- Выбор
  - Ск. счета
  - Спектр
- Обработка

CAPS NUM SCRL

### Счетные каналы - [Левый борт]

Файл Вид Измерение Расчет Окно О программе

Скорость счета 1983 Время 47 МЭД 0.228

### C:\DATA\WD10115834\147.jpg

Ск42 55° 47' 43,0" N 37° 28' 27,5" E 0.0 мсек

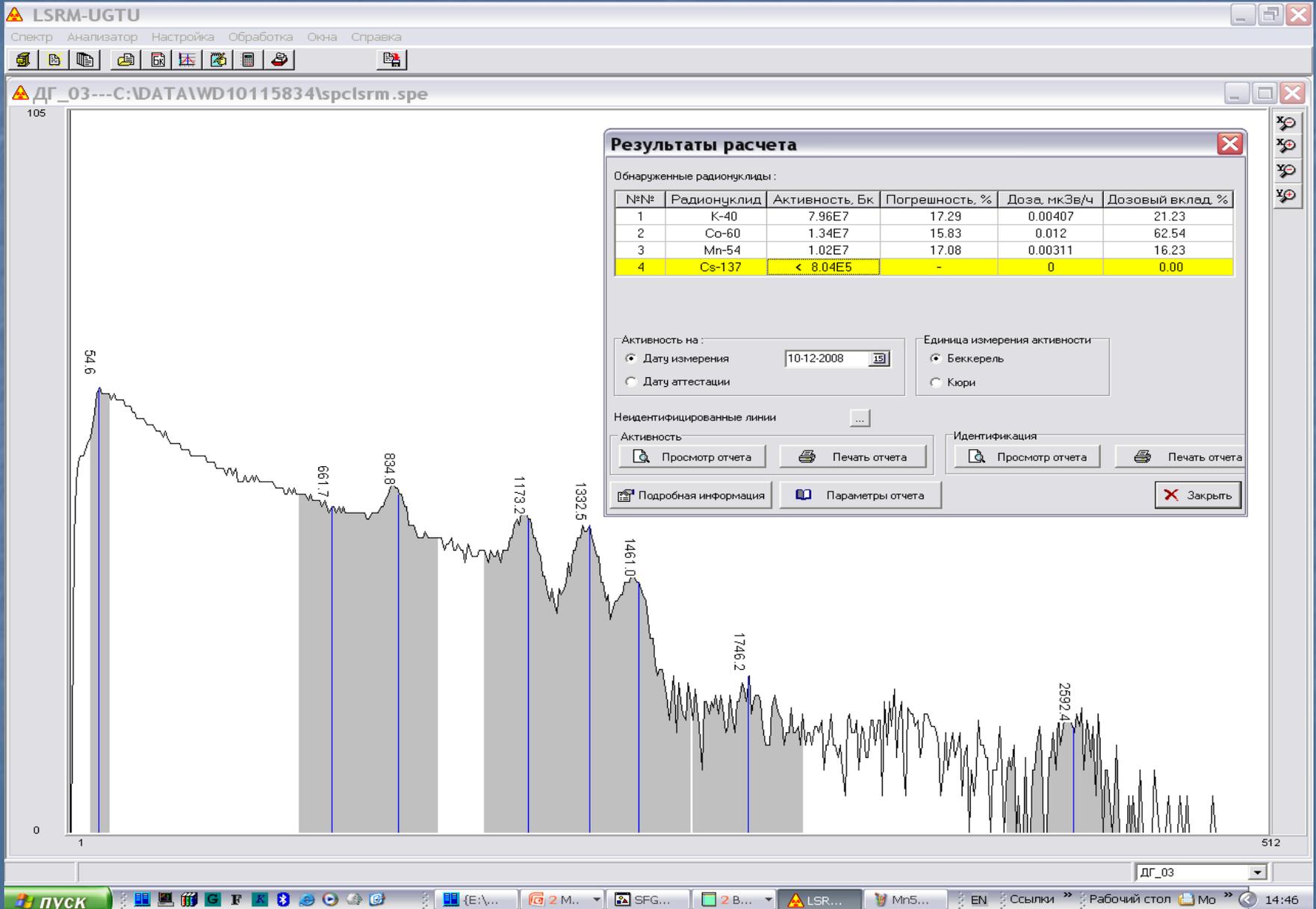
### SFGamma

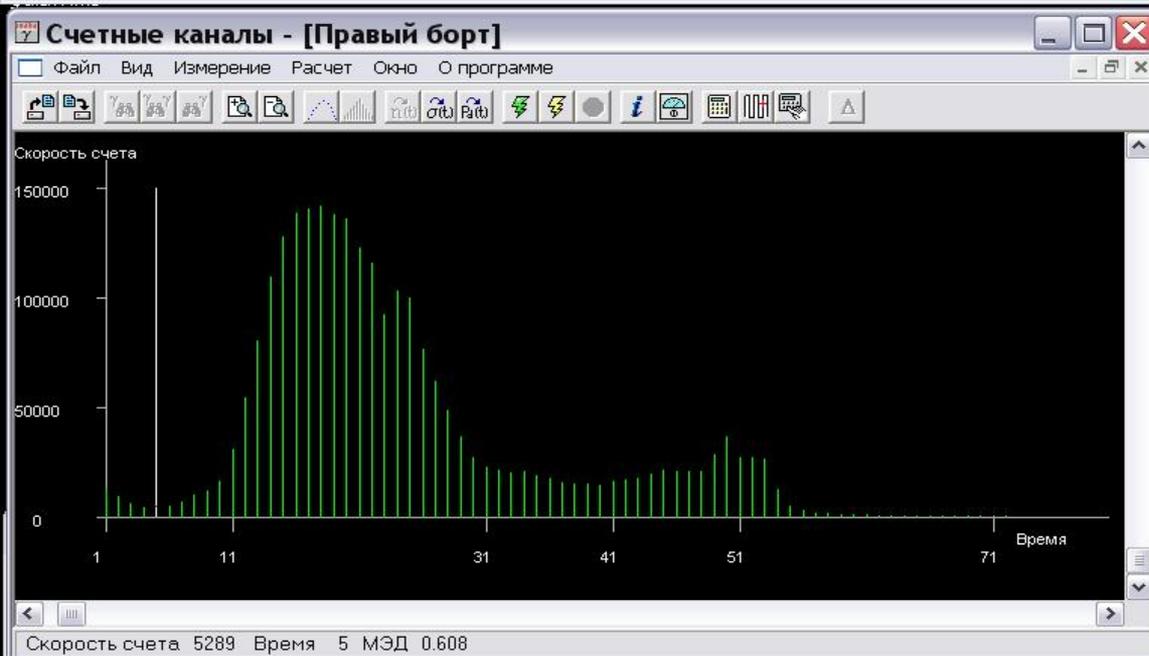
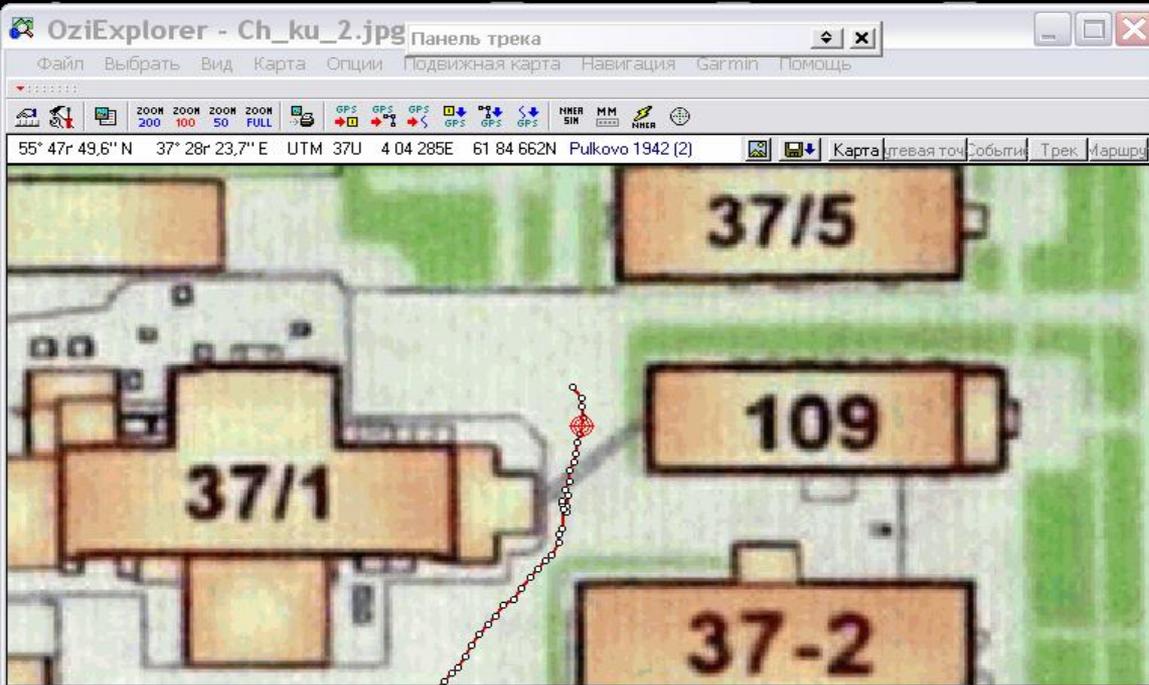
Измерение Видеоканал СНС База данных Обработка ?

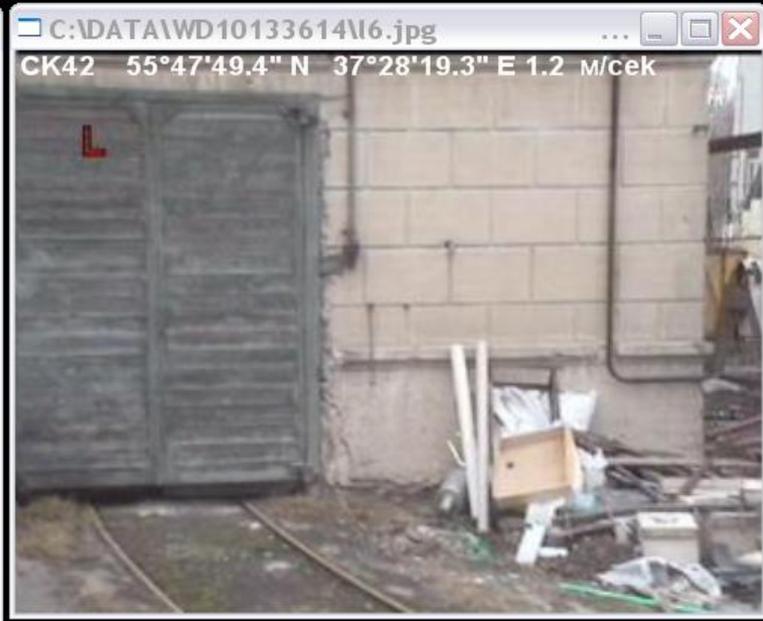
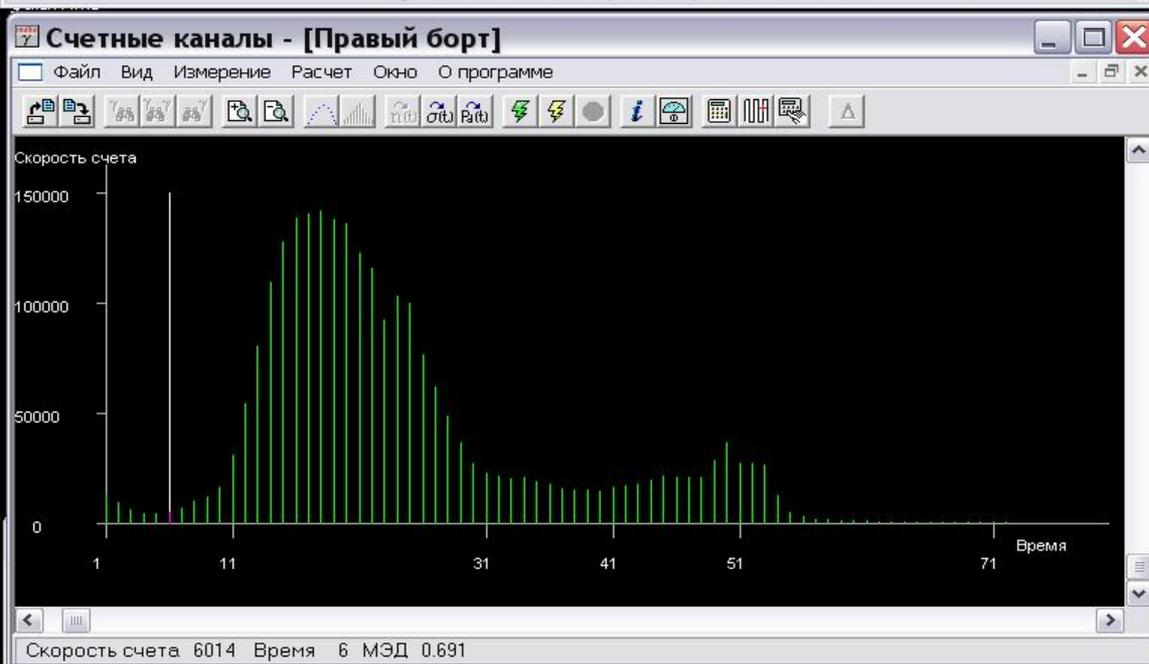
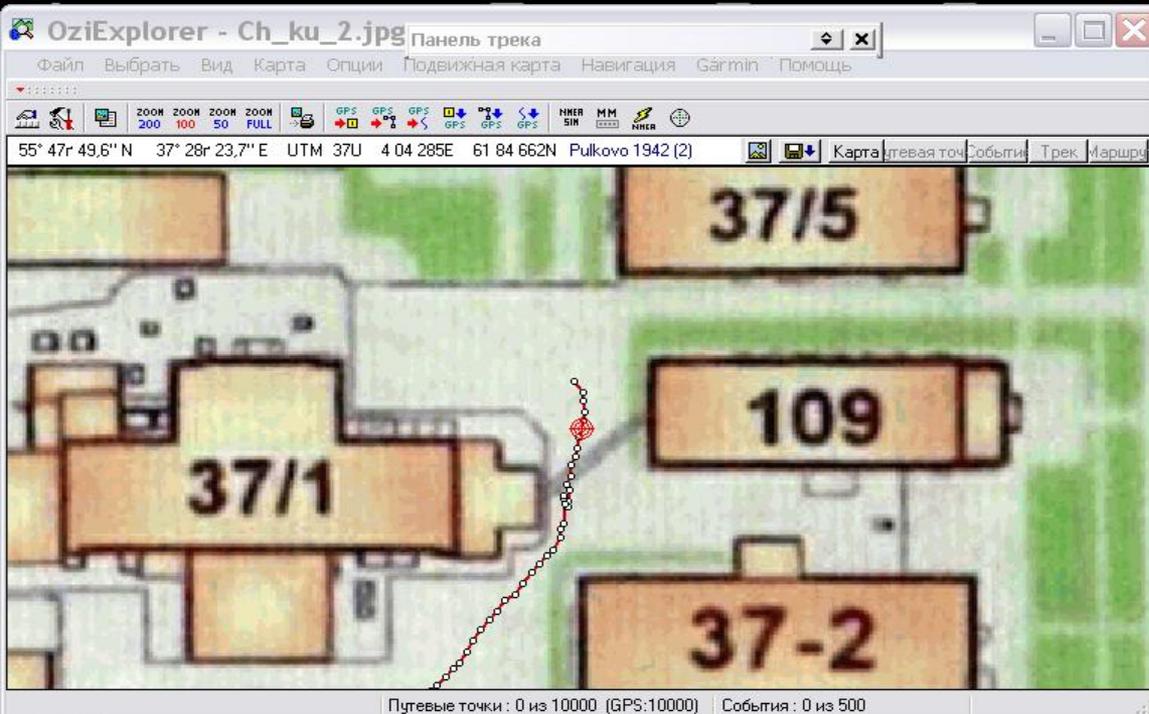
EN Ссылки Рабочий стол Мо 12:25

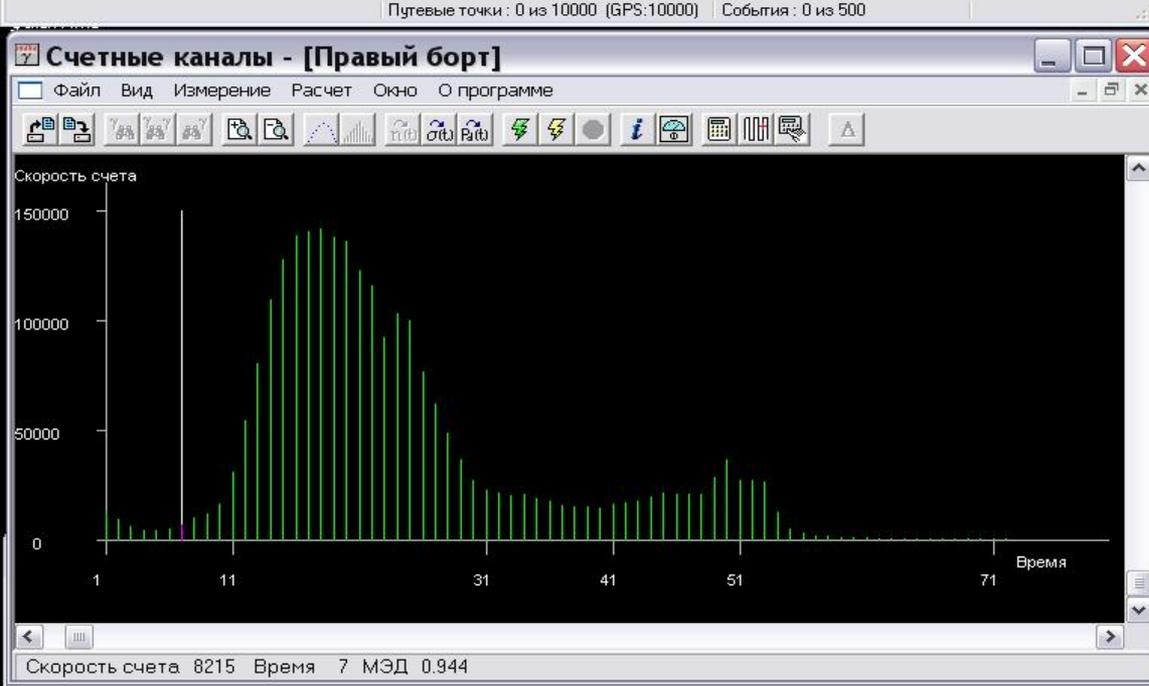
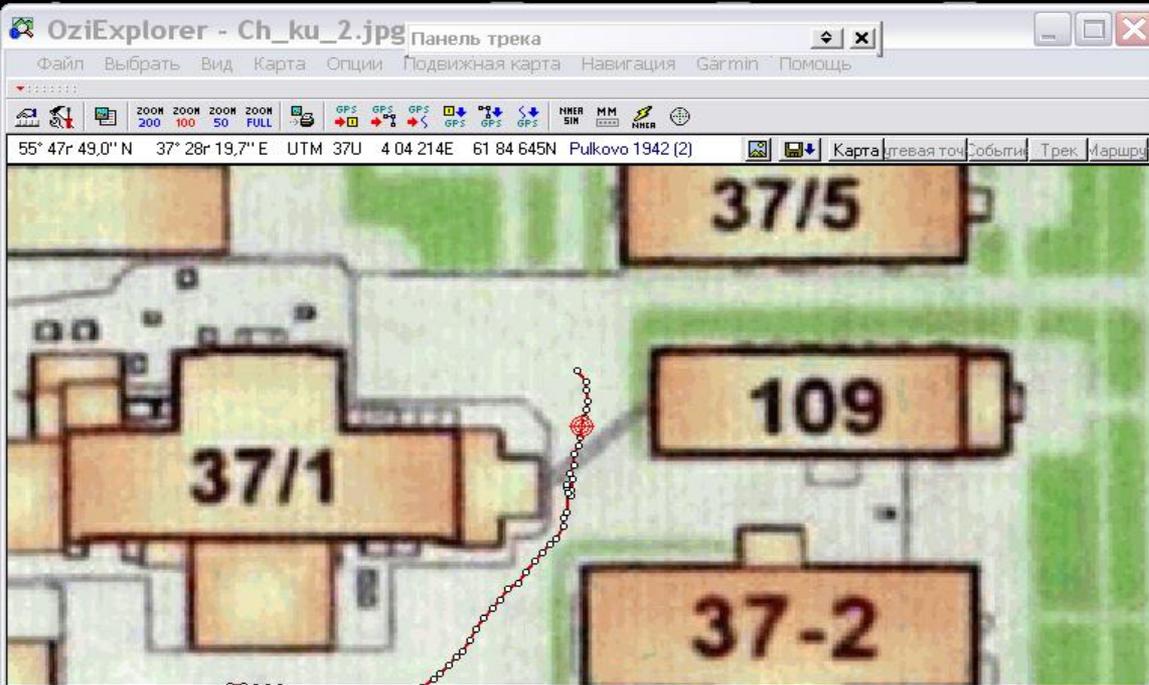


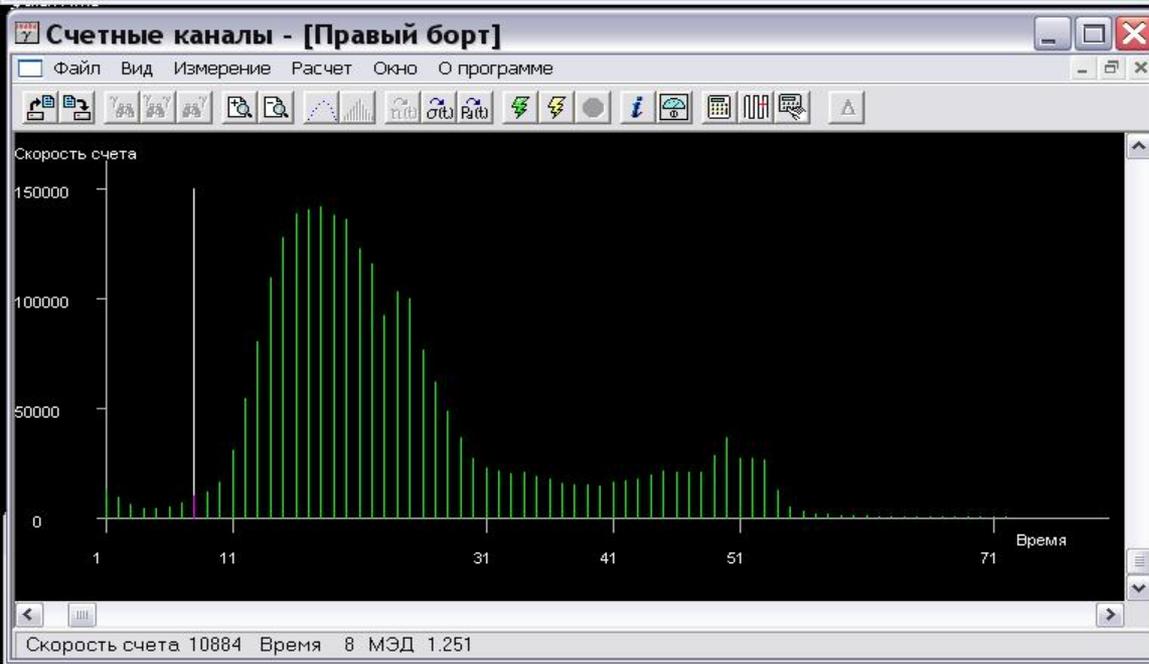
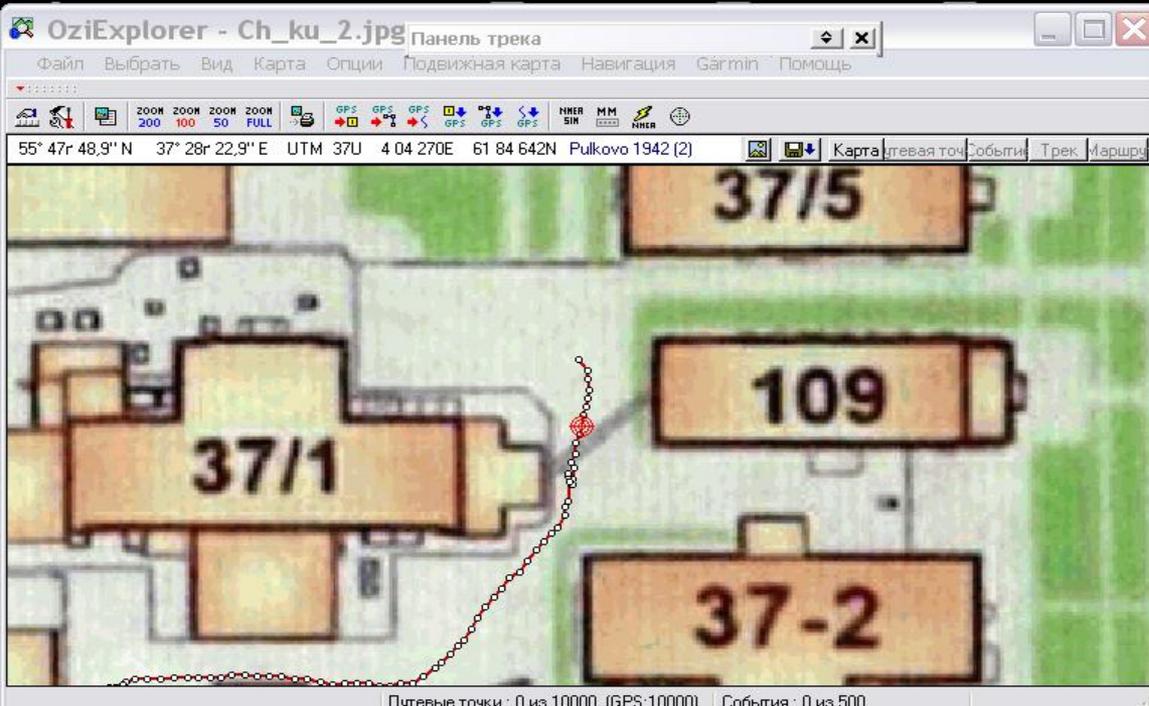
# Обработка спектра

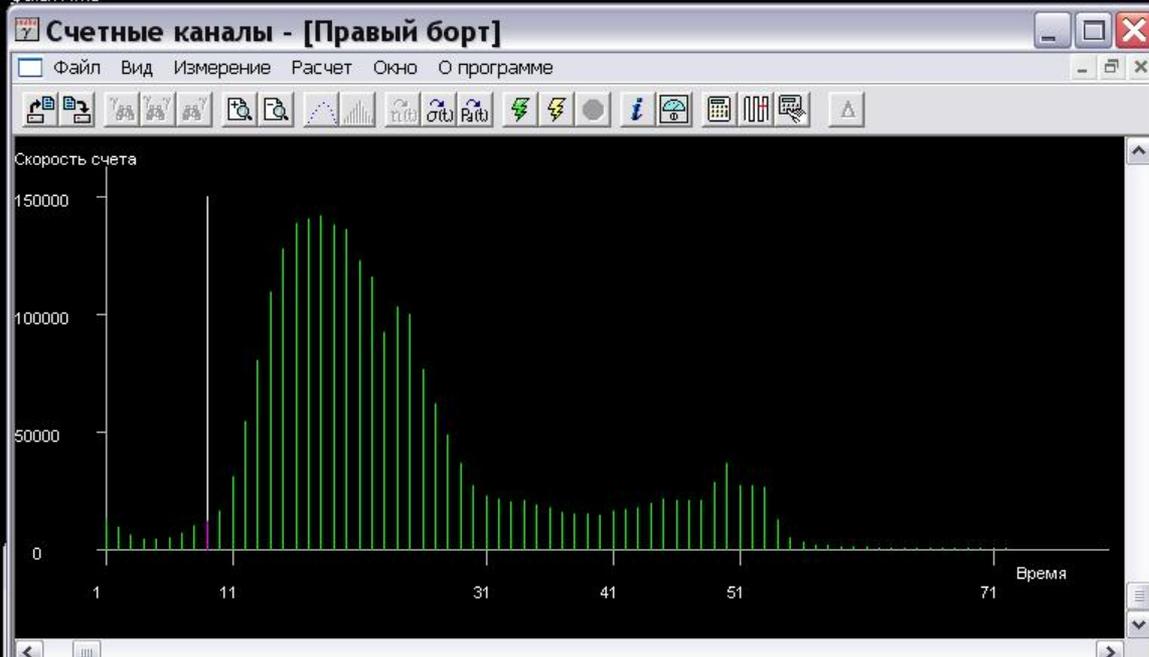
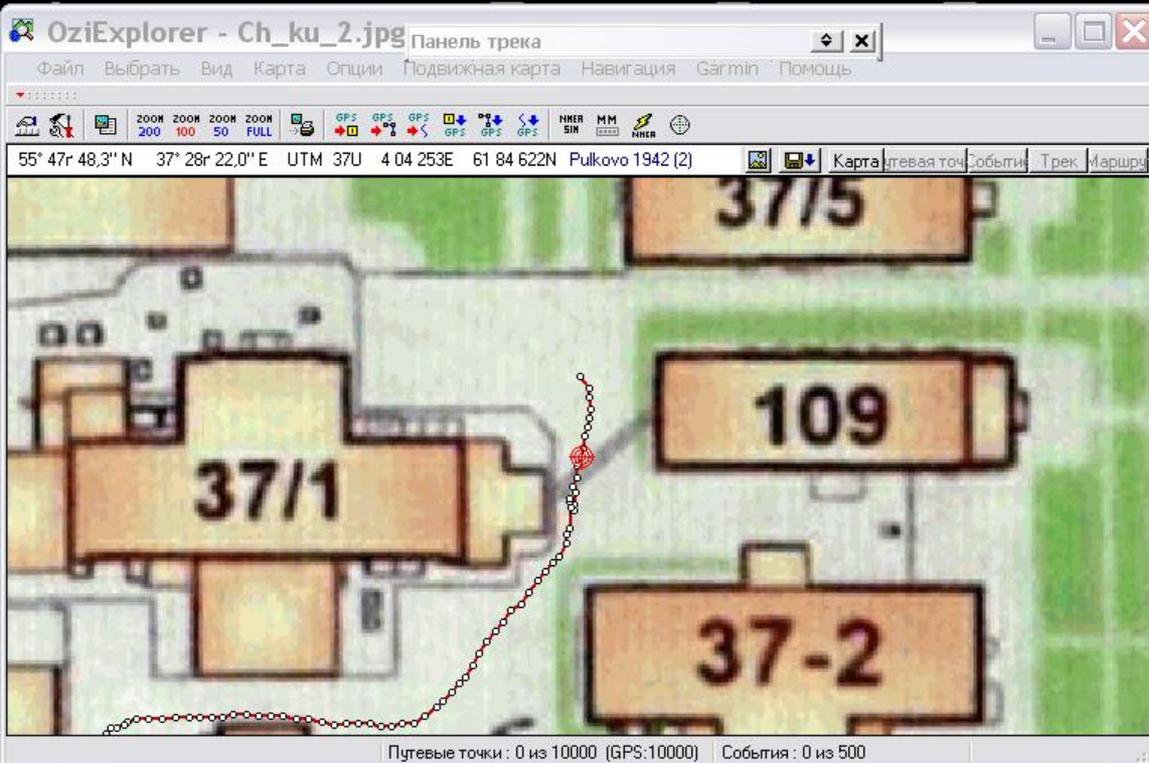


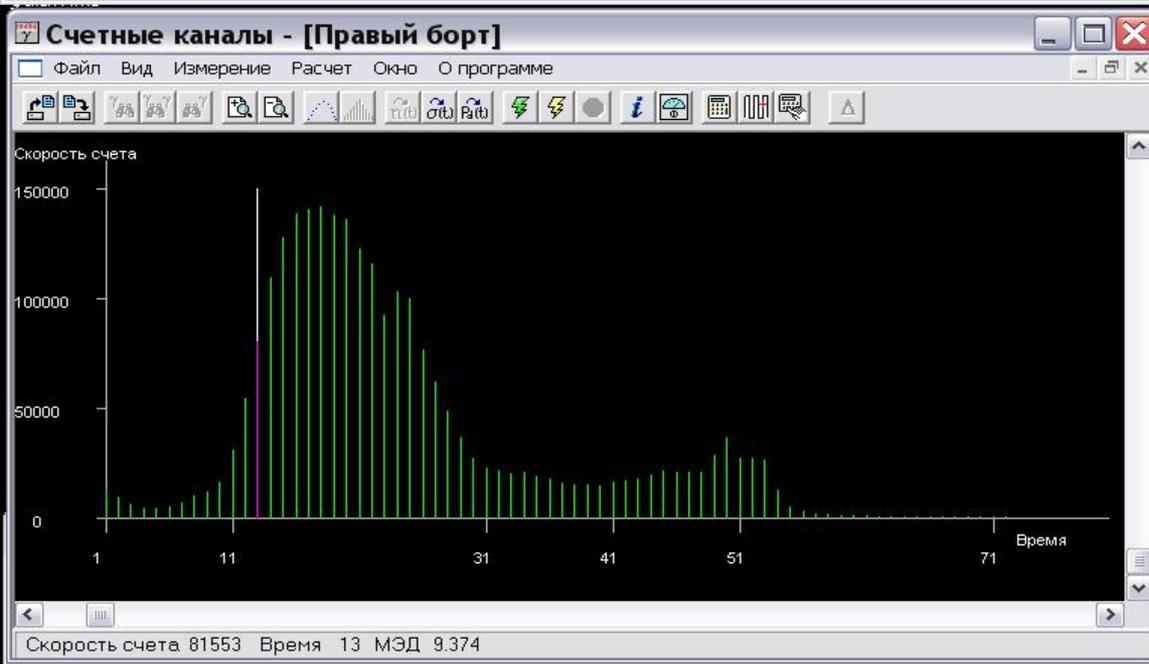
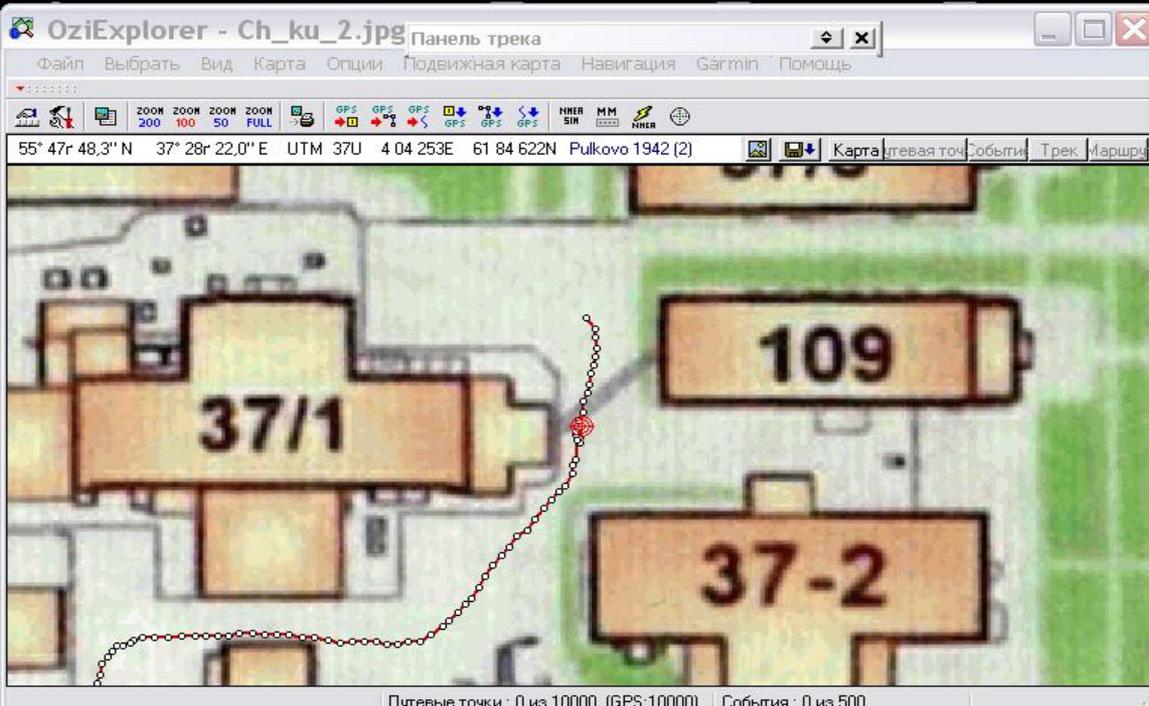












OziExplorer - Ch\_ku\_2.jpg Панель трека

Файл Выбрать Вид Карта Опции Подвижная карта Навигация Garmin Помощь

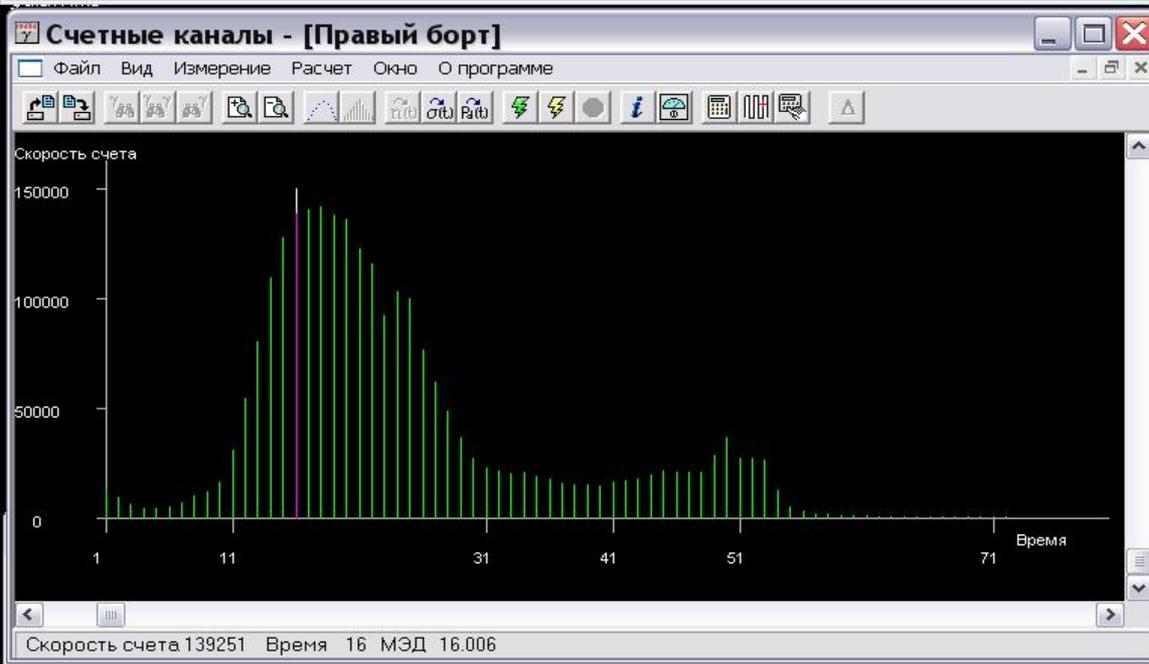
ZOOM 200 100 50 FULL

GPS GPS GPS GPS GPS GPS SIM MM

55° 47' 48.8" N 37° 28' 21.2" E UTM 37U 4 04 241E 61 84 639N Pulkovo 1942 (2)

Карта Лупа Точка События Трек Маршрут

Путевые точки : 0 из 10000 (GPS:10000) События : 0 из 500

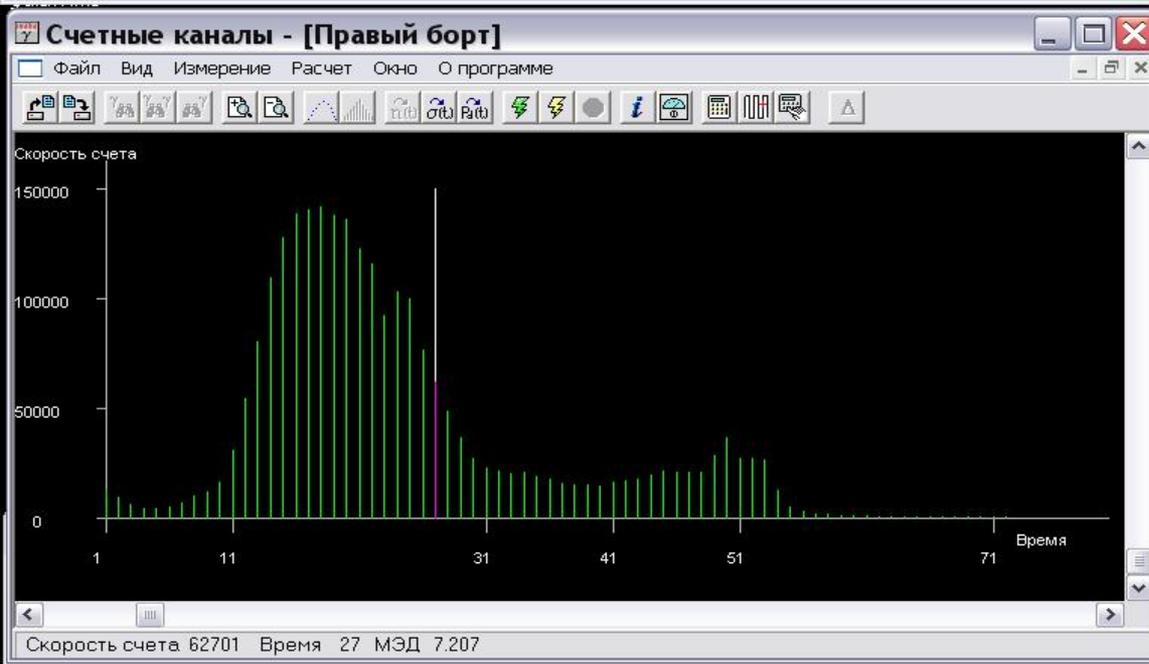


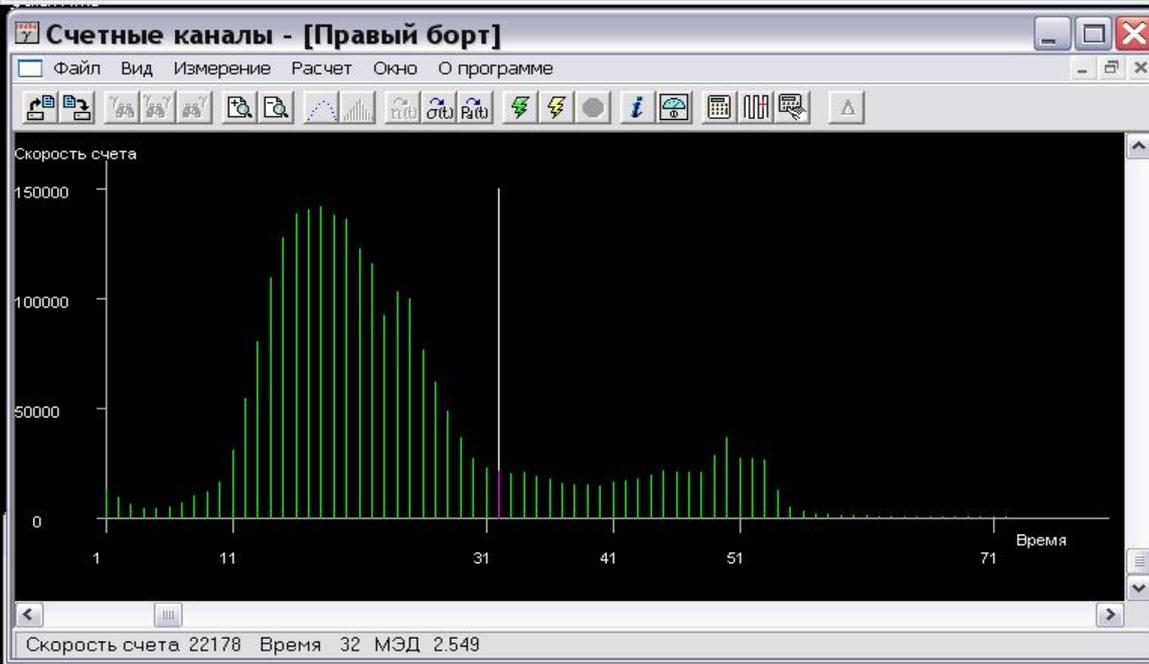
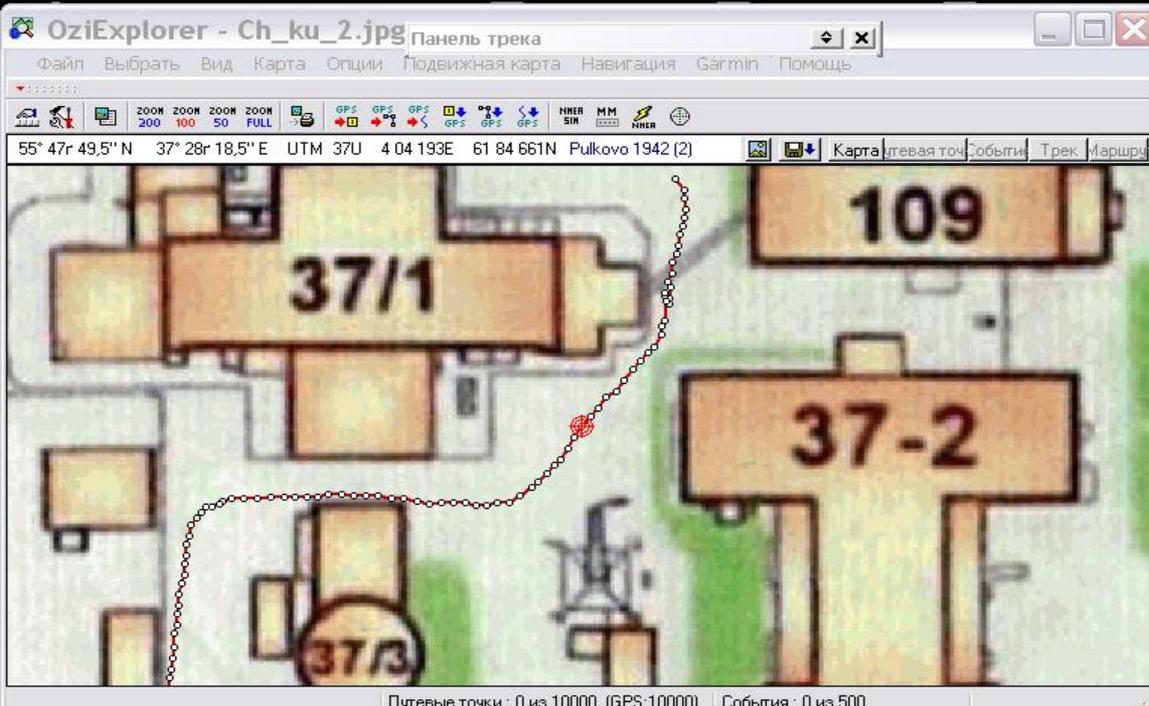
OziExplorer - Ch\_ku\_2.jpg Панель трека

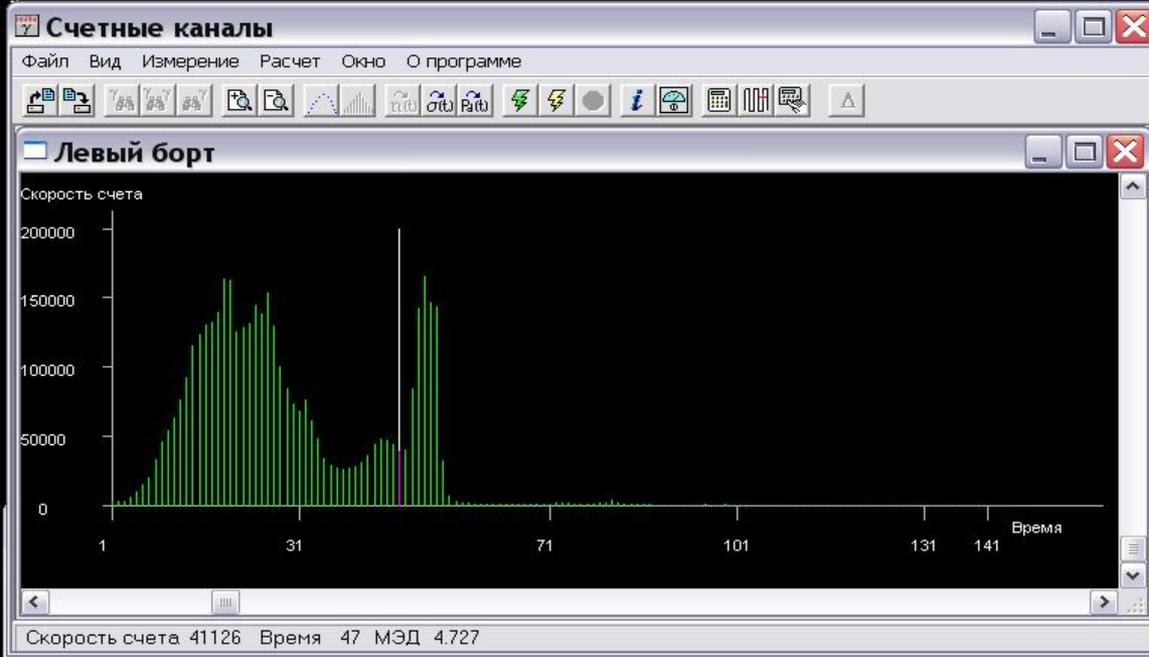
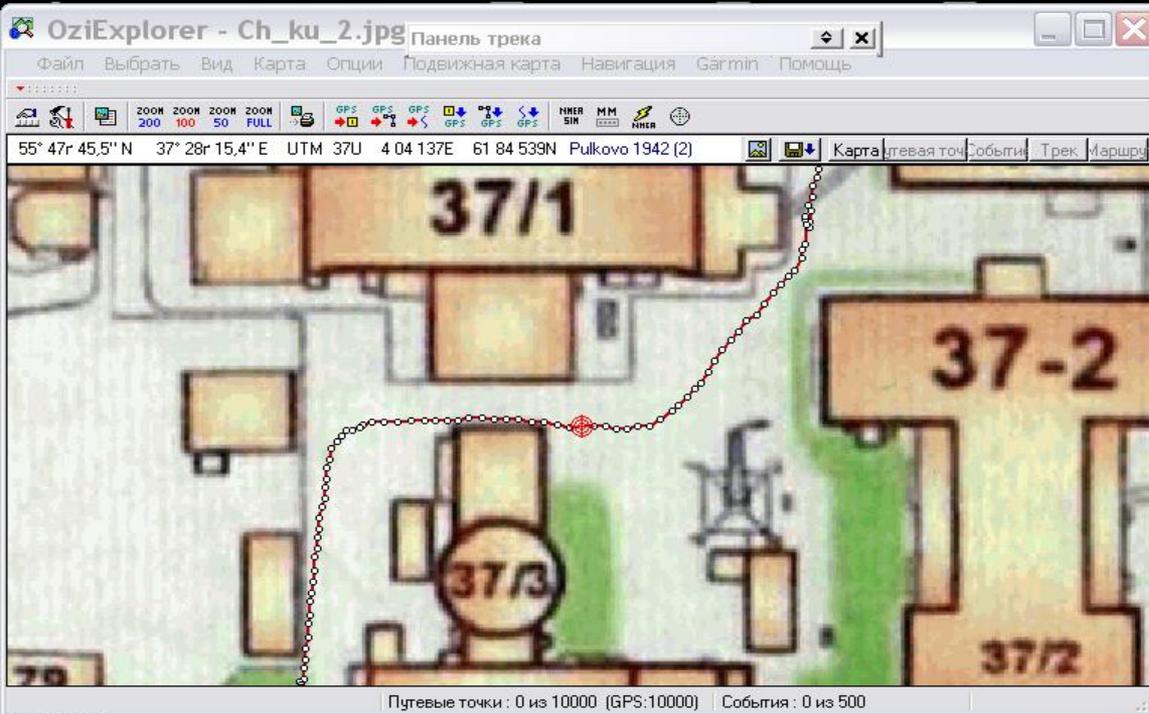
Файл Выбрать Вид Карта Опции Подвижная карта Навигация Garmin Помощь

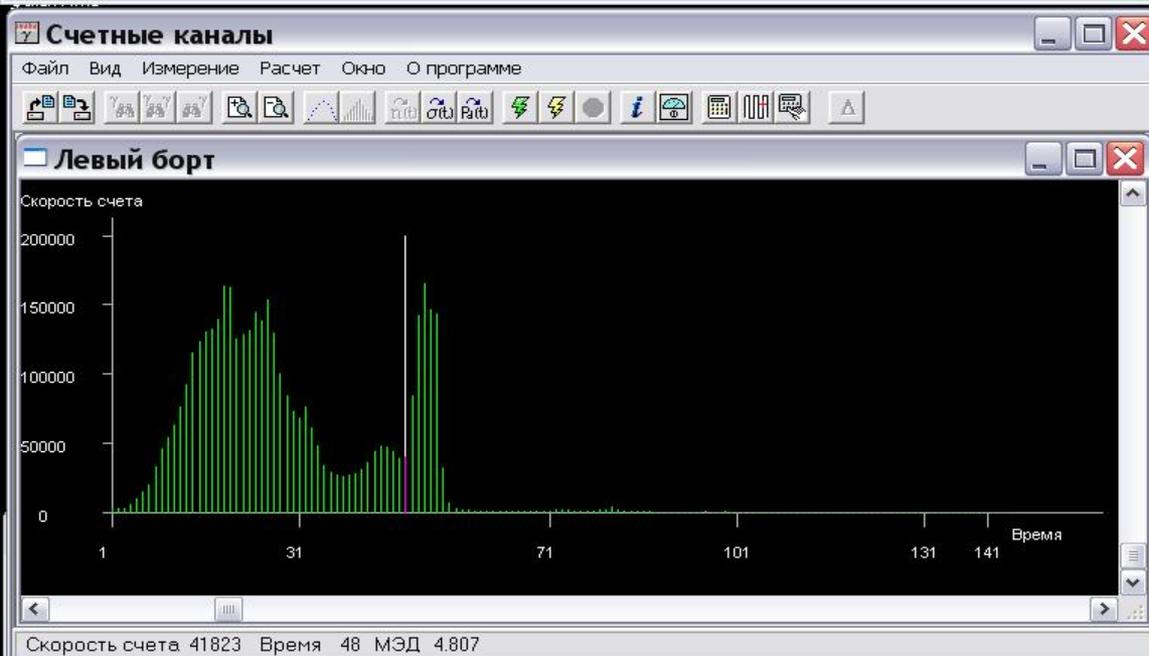
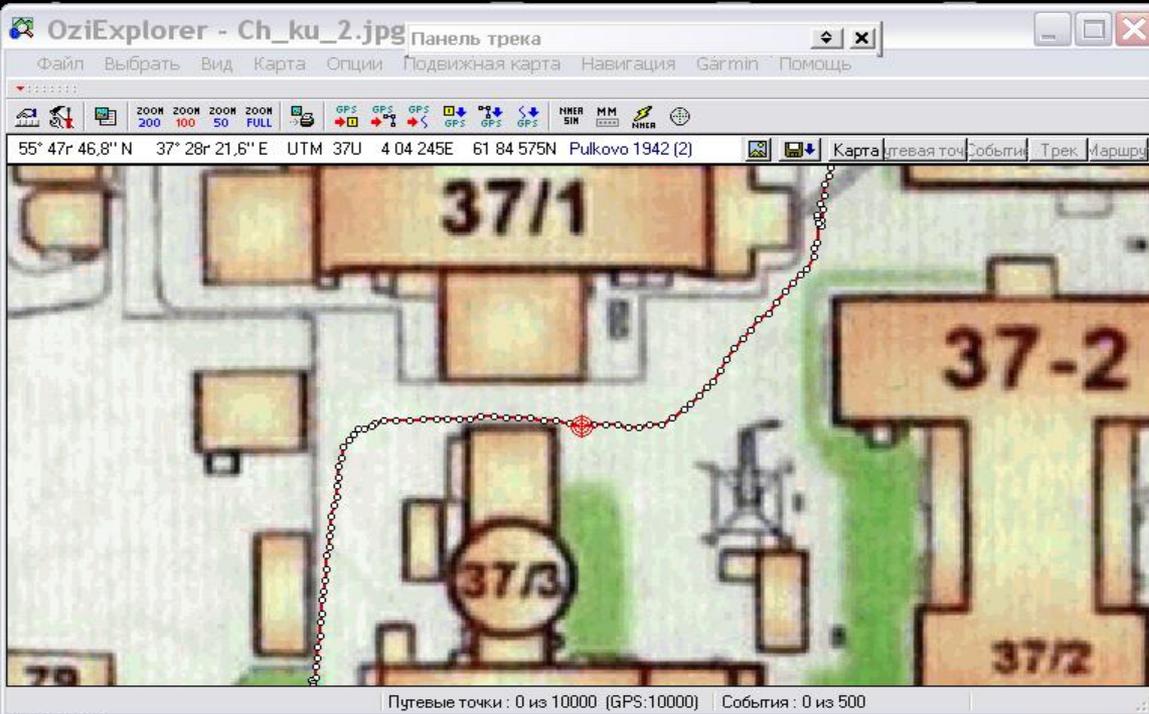
55° 47' 49.2" N 37° 28' 20.2" E UTM 37U 4 04 223E 61 84 651N Pulkovo 1942 (2)

Путевые точки : 0 из 10000 (GPS:10000) События : 0 из 500









OziExplorer - Ch\_ku\_2.jpg Панель трека

Файл Выбрать Вид Карта Опции Подвижная карта Навигация Garmin Помощь

12:33:11

ZOOM 200 100 50 FULL

GPS GPS GPS GPS GPS GPS SIM MM

55° 47' 48.0" N 37° 28' 18.2" E UTM 37U 4 04 188E 61 84 614N Pulkovo 1942 (2)

Карта Левая точка События Трек Маршрут

Путевые точки : 0 из 10000 (GPS:10000) События : 0 из 500



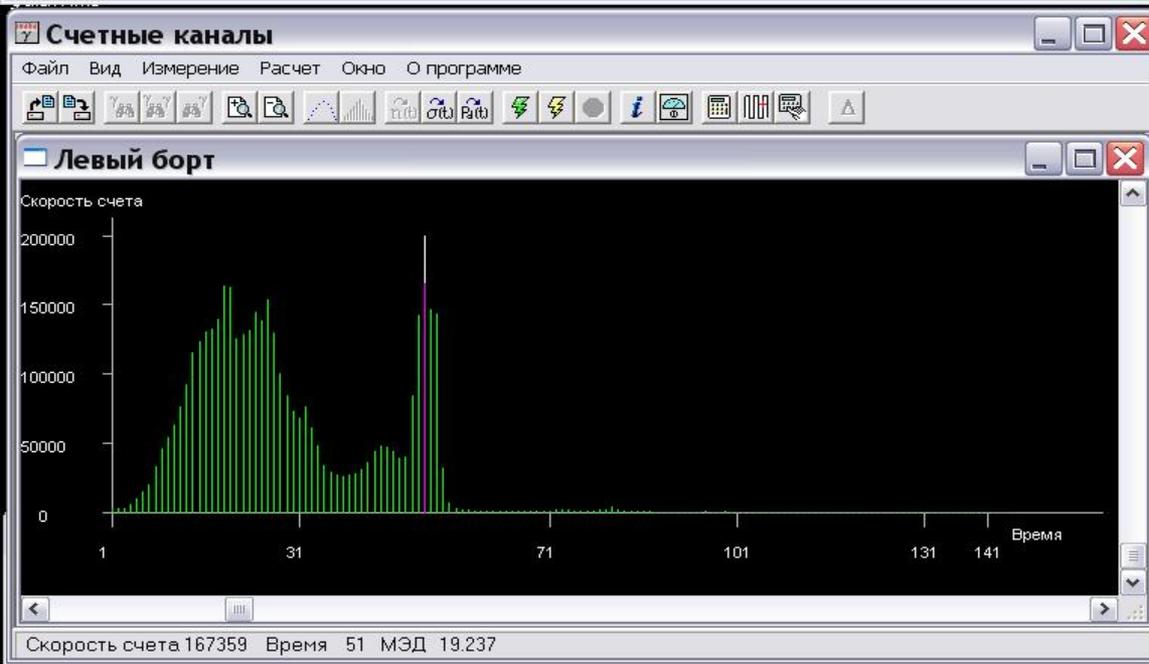
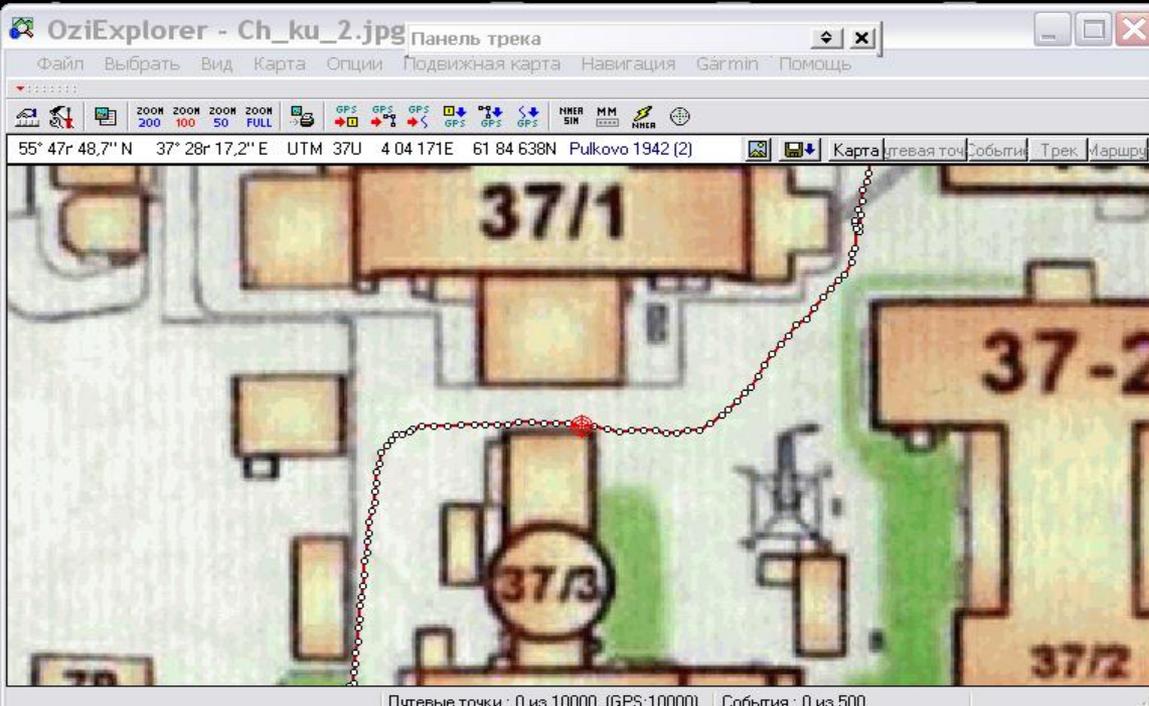
Счетные каналы

Файл Вид Измерение Расчет Окно О программе

Левый борт

Скорость счета

Скорость счета 85874 Время 49 МЭД 9.871



OziExplorer - Ch\_ku\_2.jpg Панель трека

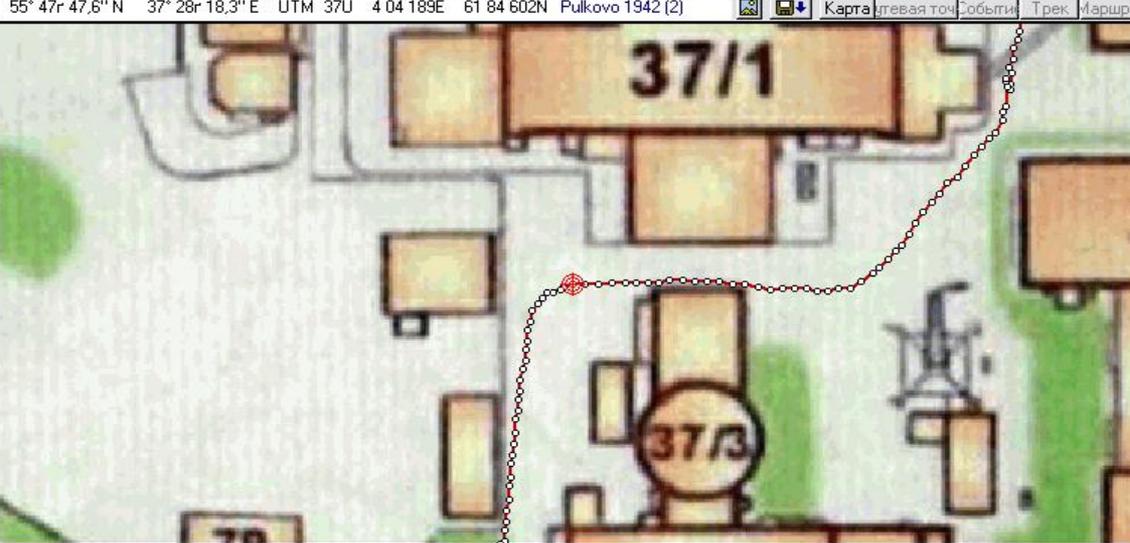
Файл Выбрать Вид Карта Опции Подвижная карта Навигация Garmin Помощь

ZOOM ZOOM ZOOM ZOOM  
200 100 50 FULL

GPS GPS GPS GPS GPS GPS  
HNER MM  
SIM

55° 47' 47.6" N 37° 28' 18.3" E UTM 37U 4 04 189E 61 84 602N Pulkovo 1942 (2)

Карта Путевая точка События Трек Маршрут



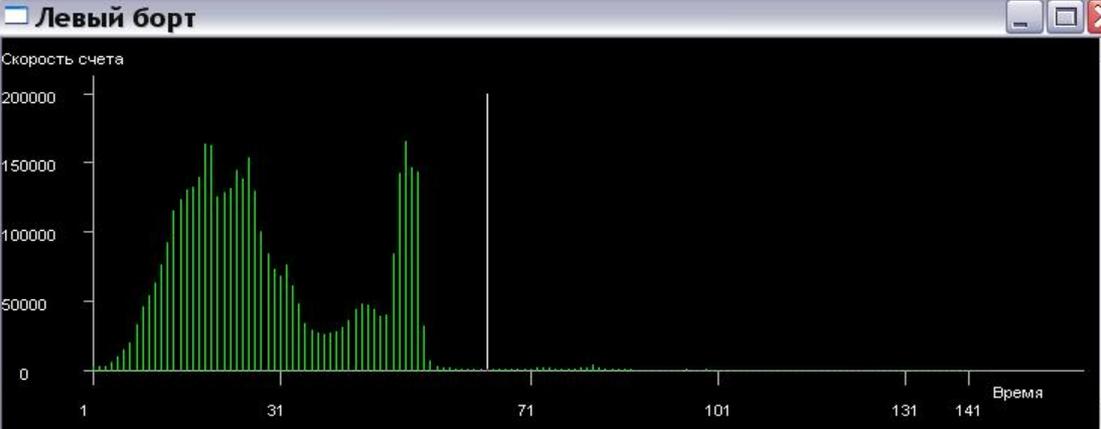
Путевые точки : 0 из 10000 (GPS:10000) События : 0 из 500

Счетные каналы

Файл Вид Измерение Расчет Окно О программе

Левый борт

Скорость счета



Скорость счета 2359 Время 64 МЭД 0.271



# Заключение

- Таким образом при проектировании мобильных комплексов РК, предназначенных для решения задач поиска и обнаружения слабых источников излучения, наряду с применением детекторов большого объема необходимо использование эффективных алгоритмов обработки измерительной информации.
- Использование принципов построения структуры комплексов, основанных на многоканальности, позволяет приблизиться к адекватной расшифровке радиационной обстановки.

# Благодарю за внимание! 😊

- © Кафедра Экспериментальной физики
- ГОУ ВПО «Уральский государственный
- технический университет – УПИ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»
- 620002, Екатеринбург, ул.Мира, 21
- 5-й учебный корпус
- тел./факс: +7 (343) 375-47-11, 374-93-41, 375-48-76
- <http://epd.ustu.ru>