Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана

ФАКУЛЬТЕТ: ФМОП
КАФЕДРА: РЛ1
«Радиоэлектронные системы»

«Программный приемник ГЛОНАСС в среде Scilab»

Студент: *Теран Марко Тулио*

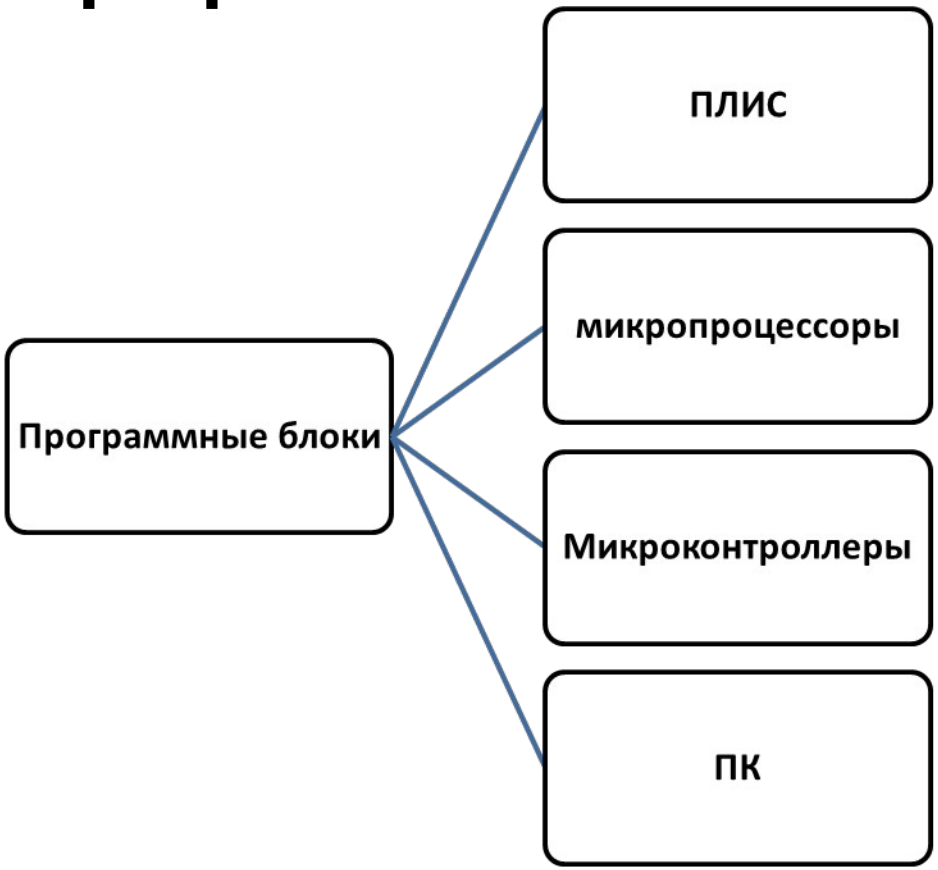
Введение:

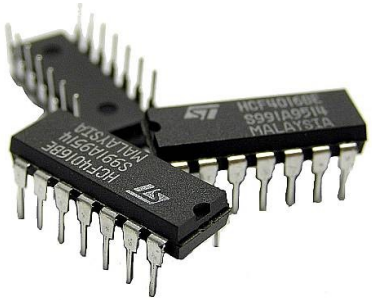
Программные приемники спутниковых радионавигационных систем (СРНС) являются гибким средством разработки и тестирования новых алгоритмов обработки сигналов. Программные приемники позволяют относительно легко и быстро разработать/проверить алгоритмы работы с новыми сигналами, которые постоянно появляются по мере развития СРНС.

Цель:

- Реализация программного приемника ГЛОНАСС в пакете математических программ *Scilab.*
- Оптимальное использование исходных кодов программного приемника ГНСС в среде *Scilab*, изначально разработанных для ПО Matlab®.

Основная идея SDR: Замена типовых **аналоговых блоков радиосистемы** на их **программные аналоги.**





для ПК:

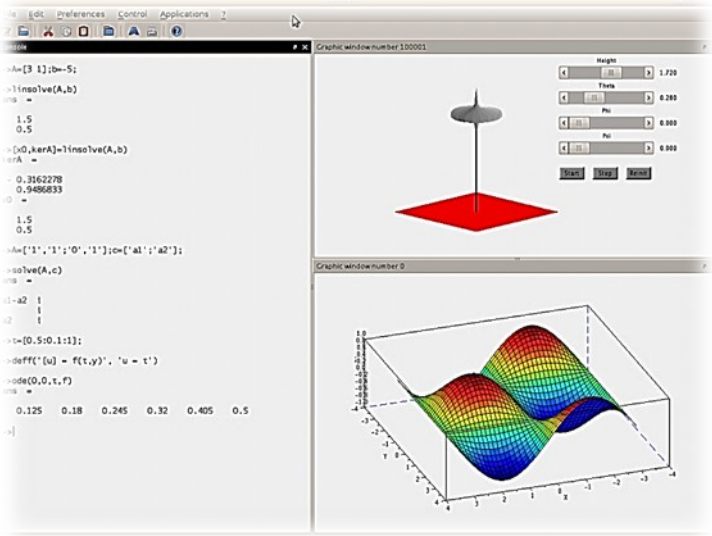
•open-source: **GNU Radio**

•Sora (Microsoft)

Wikipedia: Scilab (читается Сайлэб) — пакет прикладных математических программ, предоставляющий мощное открытое окружение для инженерных (технических) и научных расчётов.

- Scilab является свободным программным обеспечением (СПО/FLOSS) при *Free Software Foundation*, FSF.

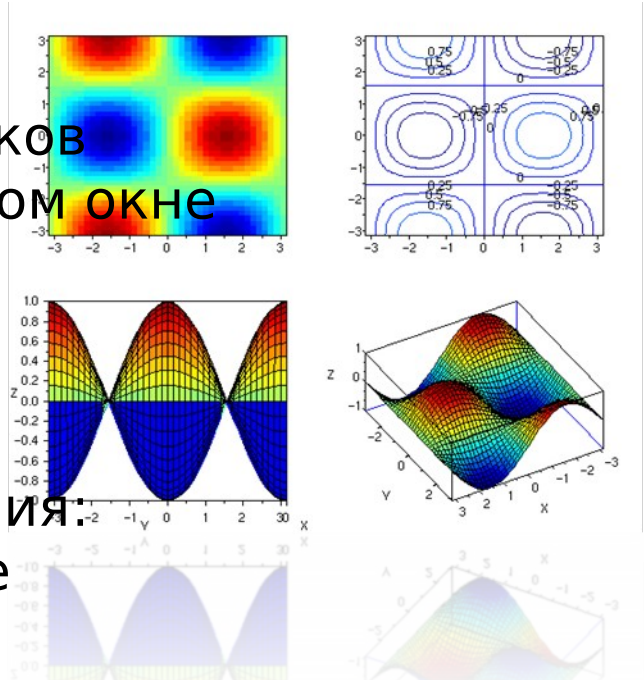
- Программа распространяется под совместимой с GNU GPL 2 лицензией CeCILL



Характеристики:

Широкие возможности по построению двумерных и трехмерных графиков:

- Настройка внешнего вида графиков
  - Настройка любого параметра графиков
- Объединение нескольких графиков в одном окне



- Использование LaTex и MathML.

Язык *Scilab*

Интерпретируемый язык программирования:

- Позволяет легко реализовывать сложные алгоритмы.
- Похож на язык MATLAB.

Часть справочной системы *Scilab* посвящена вопросам портирования программ из MATLAB в *Scilab*.

Устройство программного приемника:

•Радиочастотный тракт (Антенна , Приемное устройство и АЦП)
•Программный блок (традиционная схема):
- Блок первичной обработки
- Блок вторичной (навигационной) обработки

Процедура:
- поиск пары значений $\{f_d\,; t_{зд}\}$
- Оптимальная и квазиоптимальная процедура
- дискретные значения $t_{зд_j}\ (i = 1, \dots, N_t)$ и $f_{d_i}\ (i = 1, \dots, N_f)$

вычисление быстрой корреляции: **БПФ** $\mathcal{F}\{\mathbf{FFT}\}$

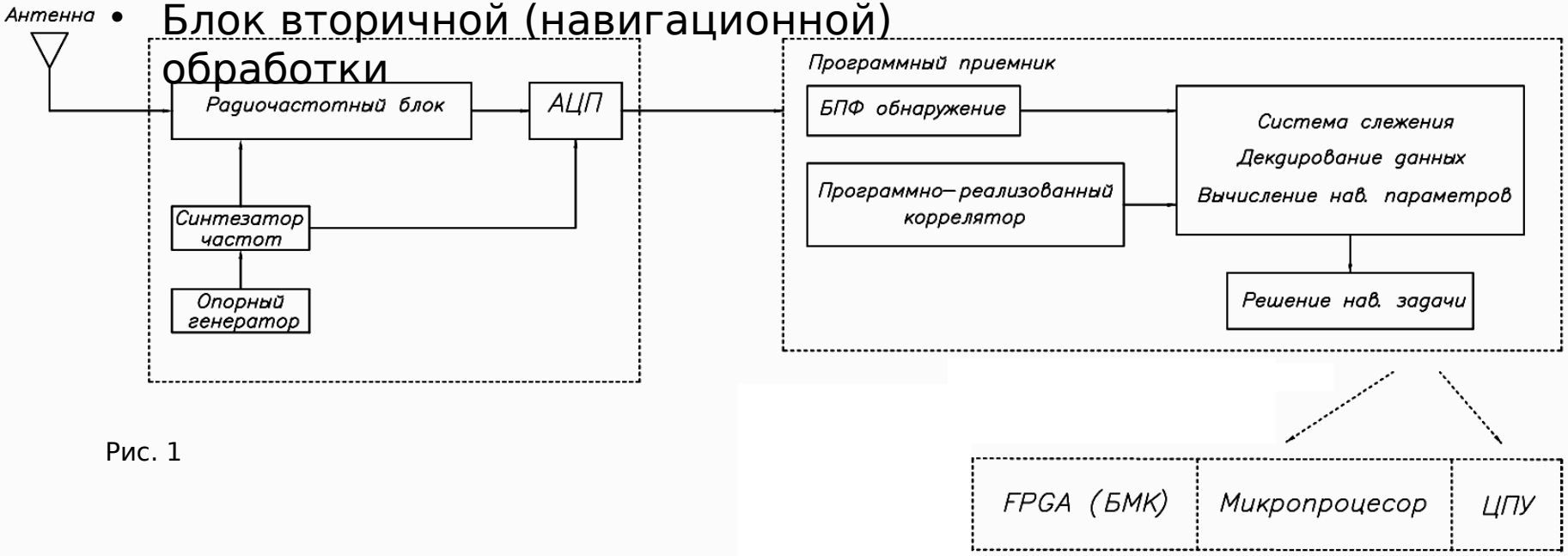


Рис. 1

Результаты операции поиска

```
   Acquiring satellites...
(. . -5 -4 -3 -2 . . 01 02 03 . . . )
```

Channel	FCH	Frequency	Doppler	Code Offset	Status
1	2	2123500	-1500	7544	T
2	-5	-1812000	500	6999	T
3	-4	-1245375	4625	3750	T
4	1	1563000	500	2117	T
5	3	2684125	-3375	7299	T
6	-3	-682625	4875	250	T
7	-2	-122625	2375	9604	T
8	---	----------	-----	------	Off

```
   Tracking started at 20:24:25
   Tracking is over (elapsed time 0:41:4)
   Saving Acq & Tracking results to file trackingResults.dat
   Calculating navigation solutions...
Failed to approximate h with desired precision. h-oldh: -1.862645e-009.
   Processing is complete for this data block
   Ploting results...
Post processing of the signal is over.
```

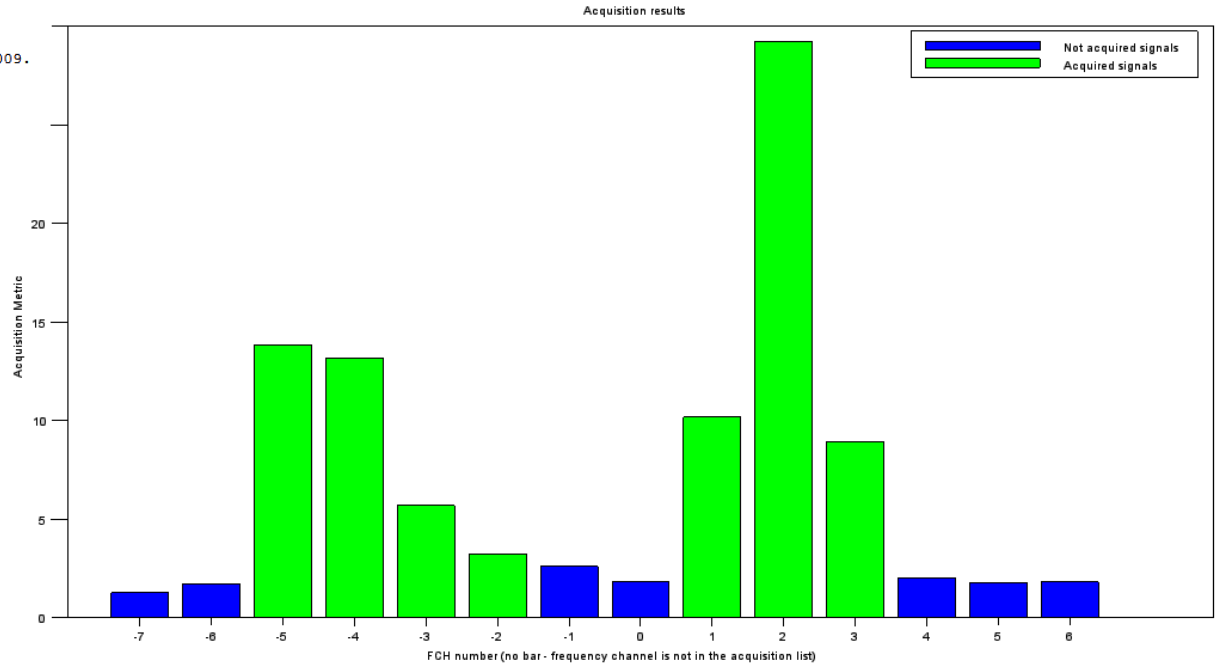


Рис. 2

Результаты слежения

↑ Оценивание РНП РНС

↑ точность и ↓ погрешность измерений

Выполняющие фильтры:

Слежения за фазой :
•Фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ) - PLL

Слежения за задержкой:
•Схема слежения за задержкой

(DLL – Delay Locked Loop)

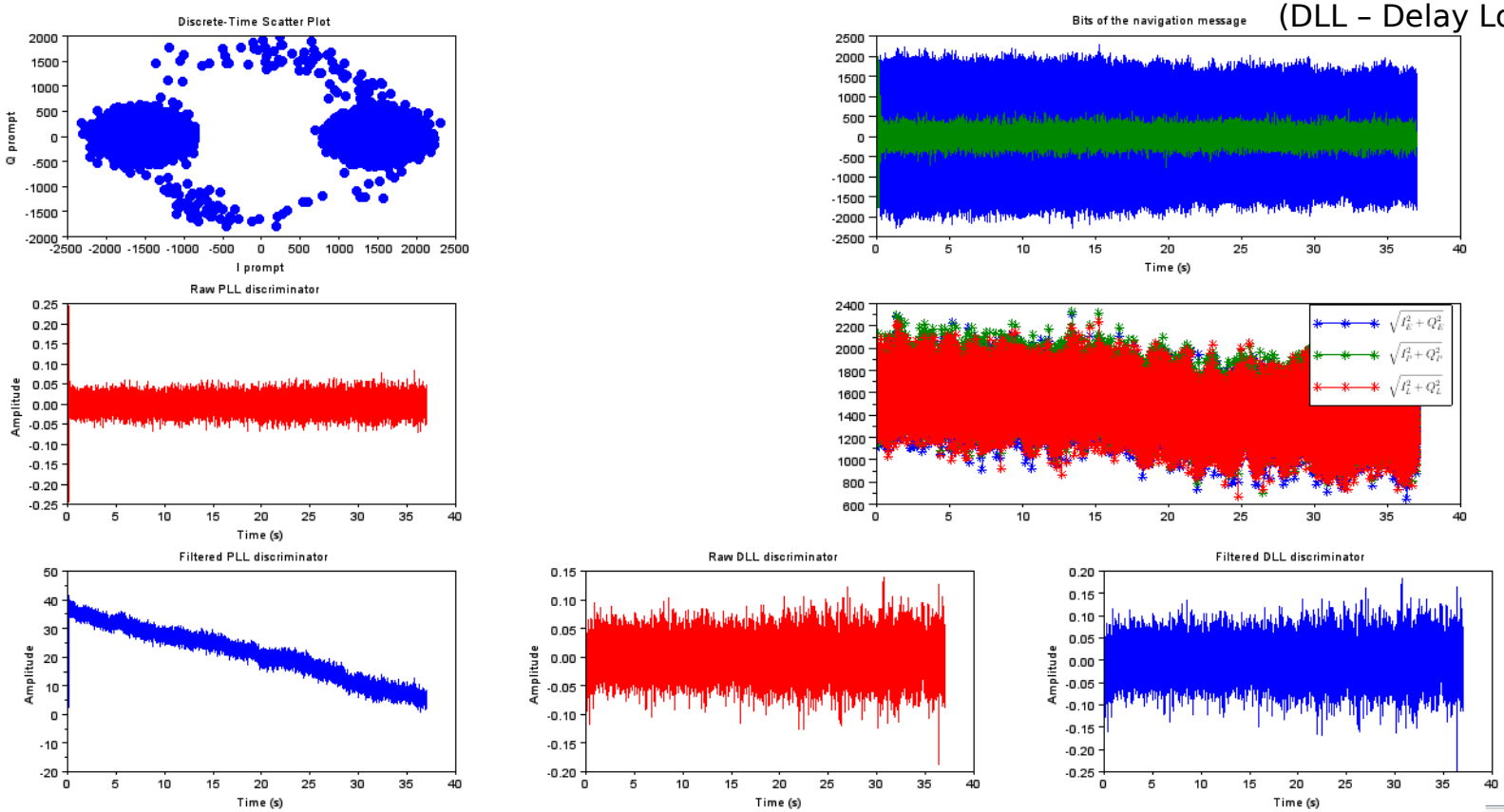


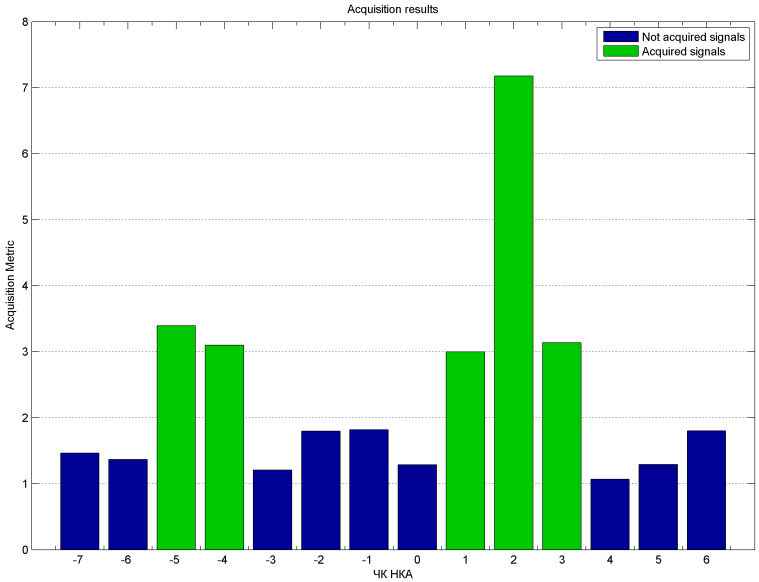
Рис. 3

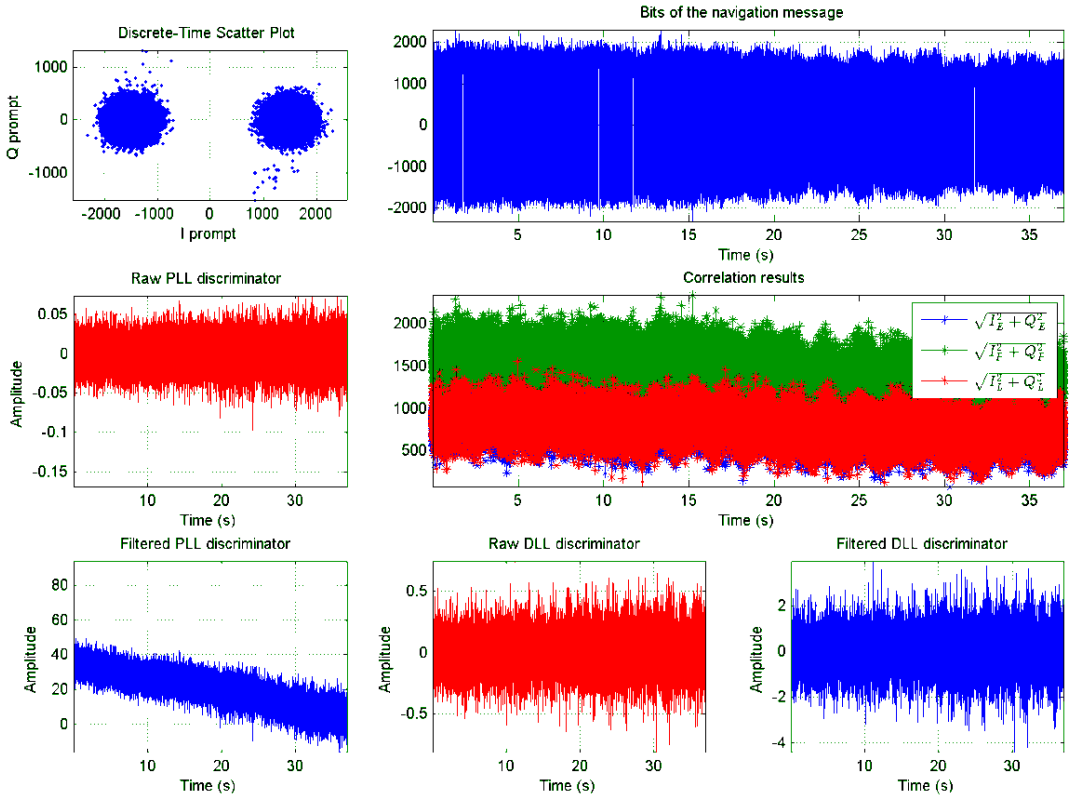
Результаты

```
(. . -5 -1812500 -4 -1250000 . . . . 01 1562500 02 2125000 03 2687500 . . . )

*=========*=====*===============*===========*=============*========*
| Channel | PRN |   Frequency   | Doppler   | Code Offset | Status |
*=========*=====*===============*===========*=============*========*
|       1 |  10 | 2.12358e+006 |  1123581  |      7545   |     T  |
|       2 |   3 | -1.81189e+006 |  -2811890  |      7001   |     T  |
|       3 |  11 | 2.68414e+006 |  1684143  |      7303   |     T  |
|       4 |   4 | -1.24538e+006 |  -2245377  |      3749   |     T  |
|       5 |   9 | 1.56310e+006 |  563103   |      2117   |     T  |
|       6 | --- | ------------ |  -----    |   ------    |   Off  |
|       7 | --- | ------------ |  -----    |   ------    |   Off  |
|       8 | --- | ------------ |  -----    |   ------    |   Off  |
|       9 | --- | ------------ |  -----    |   ------    |   Off  |
|      10 | --- | ------------ |  -----    |   ------    |   Off  |
|      11 | --- | ------------ |  -----    |   ------    |   Off  |
|      12 | --- | ------------ |  -----    |   ------    |   Off  |
|      13 | --- | ------------ |  -----    |   ------    |   Off  |
|      14 | --- | ------------ |  -----    |   ------    |   Off  |
*=========*=====*===============*===========*=============*========*

   Tracking started at 15-Apr-2012 12:00:30
   Tracking is over (elapsed time 00:21:08)
```





$$T_{\text{Matlab}} = 21:08$$
$$T_{\text{Scilab}} = 41:04$$

Рис. 4

Результаты решения НВО

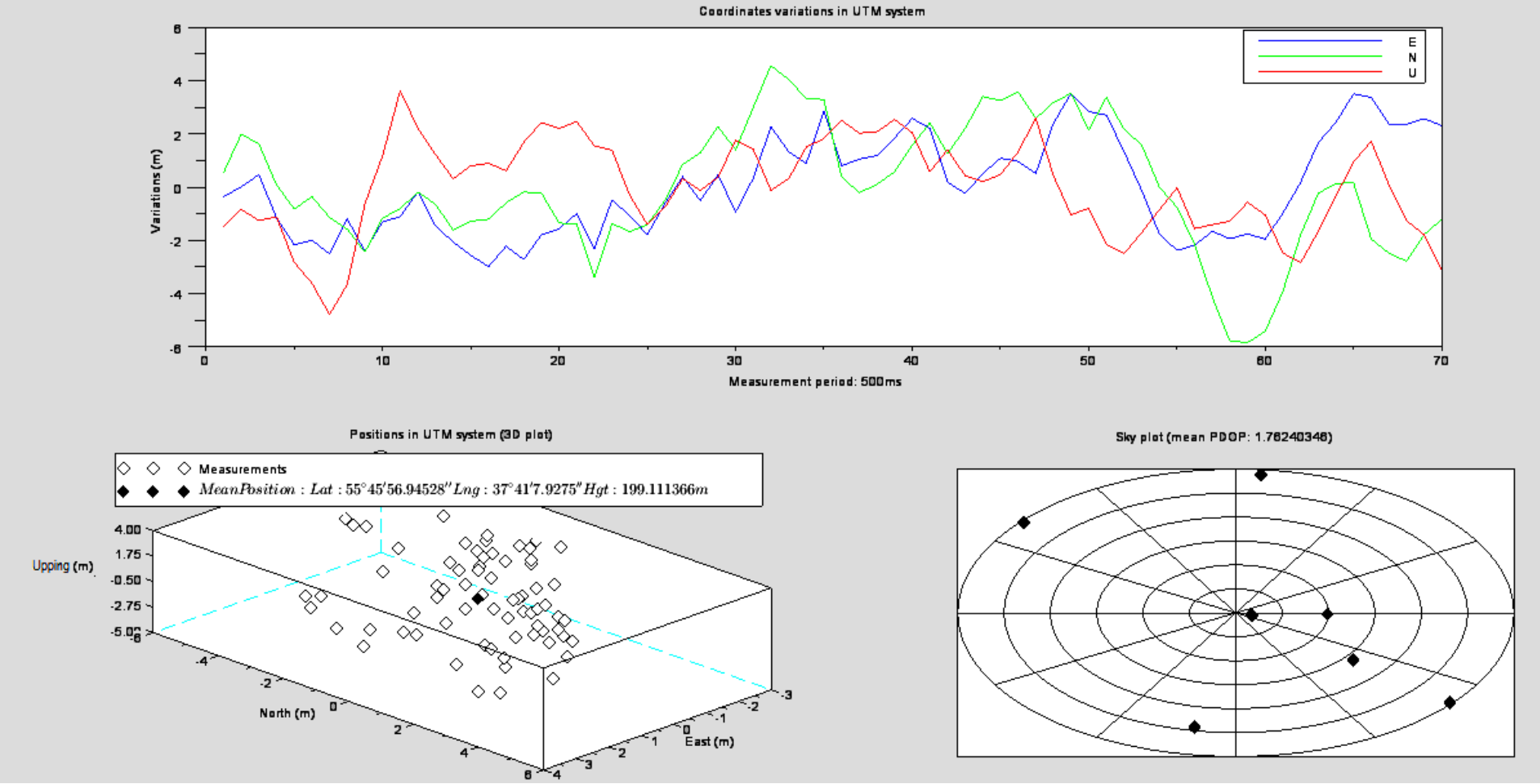


Рис. 5

Выводы

- Программный приемник - гибкий инструмент разработки и исследования новых алгоритмов обработки сигналов.
- *Scilab* может с достоинством использоваться как альтернатива коммерческому пакету MATLAB для решения задач спутниковой навигации.
- Для задач спутниковой навигации функциональность *Scilab* и Matlab® можно считать одинаковой. Существующие различия - **не принципиальны**.
- Скорость работы, разработанного программного приемника ГЛОНАСС, примерно соответствует скорости работы оригинального приемника GPS.
- Scilab проигрывает MatLab в качестве пользовательского интерфейса и эффективности работы со структурами

Спасибо за внимание