

Добавил в алгоритм расчета проверку на количество видимых спутников, теперь:

- Если значение на гистограмме равно -10 => количество видимых спутников меньше 4-х;
- Если значение на гистограмме равно -1 => не удалось решить навигационное уравнение.

1. После добавление проверки на видимость спутников для ГНСС систем при 20000 экспериментов со случайными сценариями (рандомные значения) получилось:

- Для GPS:

17 раз получалась сингулярная матрица по неизвестным причинами.

16 раз спутники не в зоне видимости

- для GLONASS:

66 раз сингулярность появлялась по неизвестным причинам

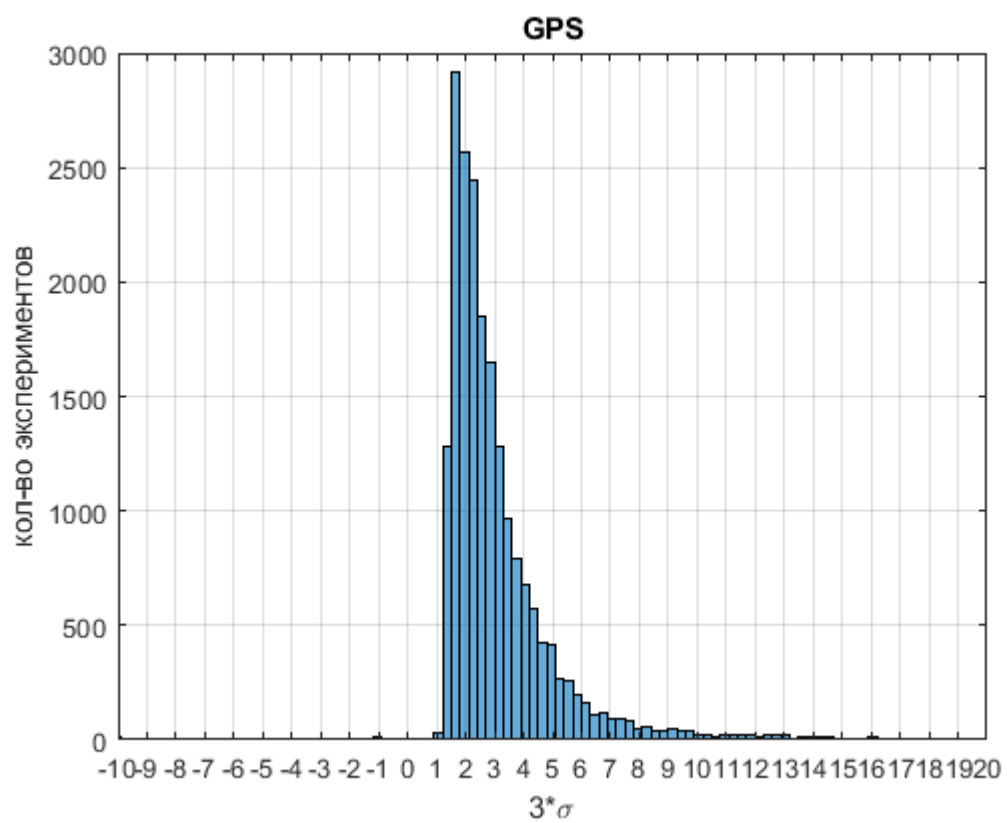
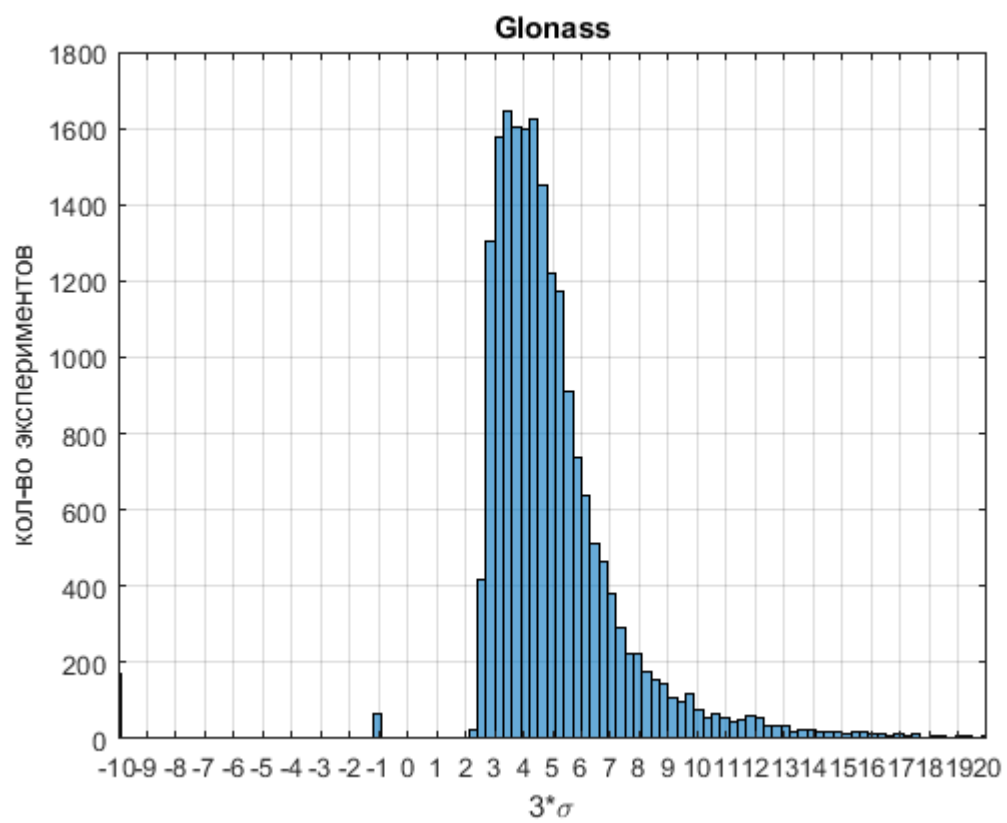
170 раз спутники не в зоне видимости

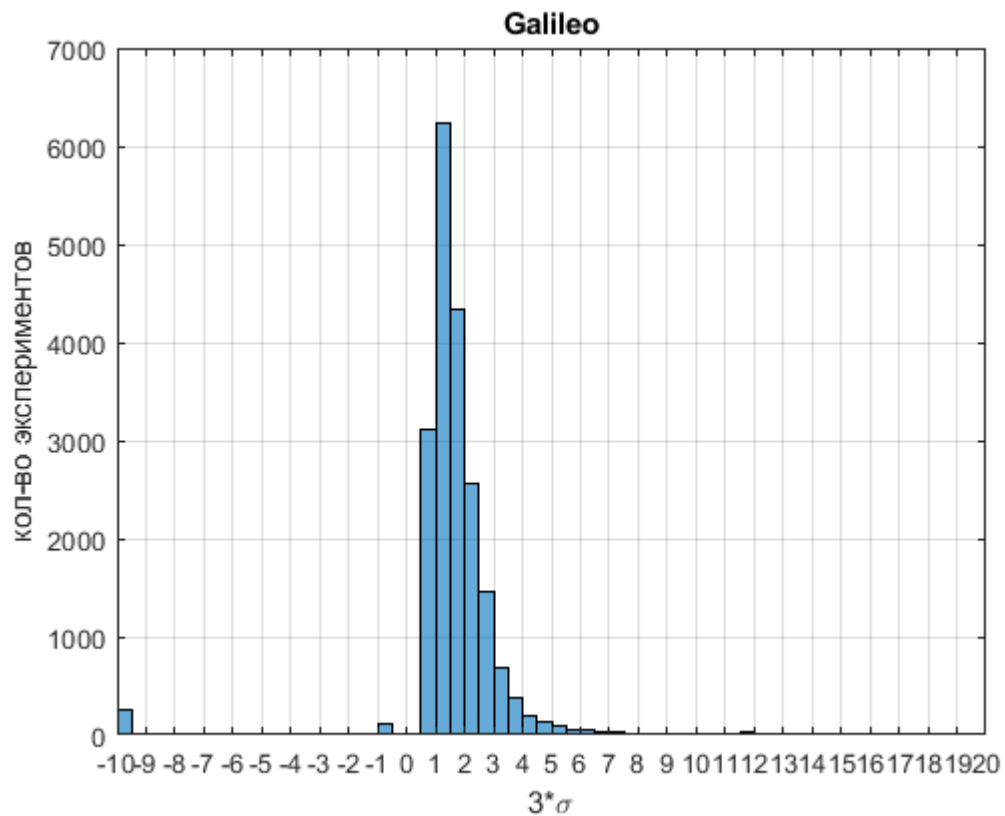
- Для GALILEO:

116 раз сингулярность появлялась по неизвестным

250 раз спутники не в зоне видимости

Графики 3х ско в плоскости (по горизонтали $\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$):





2. Добавил функцию получения координат x y z ENU:

Получим значения широты, долготы и высоты, для этого:

Переведем из геоцентрической прямоугольной системы координат ECEF в геодезическую систему с помощью функции geos2geod.cpp.

Переведем в ECU: из функции geos2geod.cpp нам известна широта, долгота, высота, с помощью этих данных получаем поворотную матрицу **R** для перевода системы из ECEF в ECU.

Далее умножаем геоцентрические координаты на поворотную матрицу.

Пример функции getENU.cpp

$$\begin{bmatrix} X_{ENU} \\ Y_{ENU} \\ Z_{ENU} \end{bmatrix} = \mathbf{R} \times \begin{bmatrix} X_{ECEF} \\ Y_{ECEF} \\ Z_{ECEF} \end{bmatrix}$$

Пример 8 итераций:

Xecef	Yecef	Zecef	B	L	H	Xecu	Yecu	Zecu
0.743819	1.28803	0.360272	-4	59	446	-1.00634	0.819341	0.811209
0.385839	0.353942	1.30411	-88	42	65	0.425304	-0.310405	1.30292
0.872258	0.337533	0.753694	-35	-3	475	-0.87365	- 0.0381619	0.823466
1.33751	0.83362	0.921723	-32	30	856	0.0622076	-1.82061	0.122231
0.465096	1.31148	0.24053	15	86	368	-0.178655	-1.34223	-0.400809
0.364972	0.77968	0.287997	19	90	78	-0.700552	-0.5763	0.033946
0.50694	0.678523	2.84657	89	33	914	-0.755011	-0.929234	2.71787

Скриншот текстового файла:

```

Xecef Yecef Zecef B L H Xecu Yecu Zecu
0.743819 1.28803 0.360272 -4 59 446 -1.00634 0.819341 0.811209
0.385839 0.353942 1.30411 -88 42 65 0.425304 -0.310405 1.30292
0.872258 0.337533 0.753694 -35 -3 475 -0.87365 -0.0381619 0.823466
1.33751 0.83362 0.921723 -32 30 856 0.0622076 -1.82061 0.122231
0.465096 1.31148 0.24053 15 86 368 -0.178655 -1.34223 -0.400809
0.364972 0.77968 0.287997 19 90 78 -0.700552 -0.5763 0.033946
0.50694 0.678523 2.84657 89 33 914 -0.755011 -0.929234 2.71787
0.648801 0.61371 0.342551 14 36 783 0.867727 -0.342104 0.211987
1.26893 2.21491 0.522649 -33 -56 325 -1.33294 1.71695 1.43685
0.334043 0.874056 0.714659 41 -78 688 0.883895 -0.594106 0.50206
1.08638 0.535611 0.358333 10 -12 631 -0.73657 -1.02035 -0.108839
0.558033 0.396683 0.341877 -25 -22 30 0.157397 0.443056 0.603793
0.295443 0.364505 1.0279 81 78 13 0.0844494 -0.872742 0.712683
0.499165 0.445256 0.686883 -61 73 511 0.109126 0.283017 0.909516
0.488886 0.378882 4.22355 -61 -62 892 0.340573 -2.3511 3.54644
0.347146 0.411504 0.785351 56 39 703 0.516777 -0.486392 0.634812
0.399834 0.824679 0.513144 26 83 264 -0.166793 -1.03552 0.0562196
0.750401 0.498254 0.99739 49 -26 67 -0.900703 -0.437223 0.896502
0.379739 0.311508 1.11082 -88 1 791 -0.406992 -0.742961 0.87036
3.58423 1.31728 2.99806 -16 -38 432 -3.16634 -3.24277 1.74041
0.386275 0.490232 0.998417 57 -66 206 -0.349801 -0.90891 0.661736
0.28068 0.459309 1.46873 72 85 172 -0.453029 -0.917137 1.18344
0.332541 0.597179 1.4598 67 -85 26 0.0924342 -0.0471723 1.60856
0.67354 0.810326 1.55994 -55 -69 219 0.809459 -1.3005 1.09416
0.50694 0.678523 2.84657 89 33 914 -0.755011 -0.929234 2.71787

```