

Контрольная работа №1

Дано:

1. Текущая дата и время T в шкале времени UTC.
2. Спутниковая радионавигационная система (ГЛОНАСС, GPS, или Galileo).
3. Системный номер навигационного спутника.

Требуется:

1. Записать текущее время в T форматах систем ГЛОНАСС, GPS и Galileo, с учетом поправок между системными шкалами и UTC.
2. Найти альманах группировки заданной СРНС на заданную дату (в интернете). То есть, опорное время альманаха должно относиться к заданной дате, либо к ближайшей дате, если на заданную дату альманаха нет.
3. Рассчитать по альманаху координаты и вектор скорости заданного спутника на заданный момент времени, пользуясь алгоритмом из ИКД.
4. Предъявить исходные коды программы, выполняющей расчеты. Для возможности поиска ошибок записать также результаты промежуточных вычислений (интервал прогноза; текущие: наклонение, долгота восходящего узла, аргумент перигея; другие вычисляемые в алгоритме параметры).

Указания:

1. Поправки между ШВ ГЛОНАСС и ШВ GPS, UTC (в пределах целой секунды) содержатся в альманахе ГЛОНАСС и как правило равны 0 (пренебрежимо малы).
2. Поправки на целое число секунд координации (leap seconds) между GPS, Galileo и UTC учитывать исходя из того, что с 1 января 2016 г GPS опережает UTC на 18 секунд. История поправок UTC: https://ru.wikipedia.org/wiki/Секунда_координации.
3. Поправку времени (в пределах целой секунды) между шкалами Galileo и GPS полагать равной нулю.
4. Для GPS записывается полный номер недели с 1980 г, для Galileo – с 1999 г.
5. Архив с альманахами ГЛОНАСС и GPS находится на открытом FTP-сервере ИАЦ ГЛОНАСС:

<ftp://ftp.glonass-iac.ru/MCC/ALMANAC/>

Альманахи ГЛОНАСС имеют расширение *.agl, альманахи GPS имеют расширение *.agp. Формат файлов альманаха описан в файлах

<ftp://ftp.glonass-iac.ru/MCC/FORMAT/Format.agl>

<ftp://ftp.glonass-iac.ru/MCC/FORMAT/Format.agp>

Архив с альманахами Galileo находится по адресу

<https://www.gsc-europa.eu/product-almanacs>

6. Для ГЛОНАСС пользоваться алгоритмом из ИКД «Общее описание системы с кодовым разделением сигналов» (Редакция 1.0). Провести проверку расчетов по контрольному примеру. Далее для выполнения задания параметры i_{cp} , T_{cp} брать равными $i_{cp}=63^\circ$, $T_{cp}=43200$ с, как для системы с частотным разделением.

7. В ИКД систем GPS и Galileo приведены одинаковые алгоритмы для расчета координат спутников как по данным альманаха, так и по эфемеридам. В этих алгоритмах используются не только 6 элементов Кеплера, но и другие параметры, которые отсутствуют в альманахе. Их можно полагать нулевыми.

8. Если в ИКД отсутствует алгоритм расчета вектора скорости НКА, то скорость НКА находится путем аналитического или численного дифференцирования координат.

9. В ИКД GPS, Galileo выражение для истинной аномалии вида

$$v_k = \arctg\left(\frac{\sqrt{1-\varepsilon^2} \sin(Ek)}{\cos(Ek) - \varepsilon}\right) \quad \text{трактовать как}$$

$$v_k = \operatorname{atan} 2\left(\sqrt{1-\varepsilon^2} \sin(Ek), \cos(Ek) - \varepsilon\right) \quad (\text{полный угол арктангенса}).$$

10. В ИКД «ГЛОНАСС. Общее описание системы с кодовым разделением сигналов» (Редакция 1.0) на стр. 54 выражение

$$\omega' = a \tan \frac{h'}{l'}$$

трактовать как

$$\omega' = \operatorname{atan} 2(h', l') .$$

11. Необходимо иметь в виду, что во всех языках программирования синтаксис функции $\operatorname{atan} 2 - \operatorname{atan} 2(y, x)$, тогда как в MathCad аргументы записываются наоборот: $\operatorname{atan} 2(x, y)$.

12. В альманахе системы Galileo поправка к большой полуоси $a\text{SqRoot}$ это:

$$a\text{SqRoot} = \sqrt{A_0} - \sqrt{A} ,$$

где $A_0 = 29600000$ м - номинальное значение большой полуоси; A - истинная большая полуось орбиты. Отсюда большая полуось равна $A = \left(\sqrt{29600000} [\text{м}] - a\text{SqRoot} \right)^2$ [м].

13. Не использовать ИКД Galileo, выпущенные до Issue 1.3, December 2016.

Варианты:

№	СРНС	Текущая дата и время T в шкале UTC (дд/мм/гггг чч:мм:сс)	№ НКА (SVID)
1	GPS	22/01/2026 14:05:00	2
2	Galileo	25/12/2025 09:30:00	12
3	ГЛОНАСС	22/01/2025 14:05:00	2
4	GPS	30/06/2016 23:59:60.99	17
5	Galileo	29/02/2025 15:00:01.15	21
6	ГЛОНАСС	31/12/2016 23:59:60.99	8
7	GPS	17/06/2024 14:09:00	5
8	Galileo	08/01/2023 15:00:00	21
9	ГЛОНАСС	28/02/2026 12:00:01.7	6
10	GPS	29/02/2021 12:00:02.7	4
11	Galileo	01/01/2023 17:00:03.7	13
12	ГЛОНАСС	09/05/2024 23:16:25.362	12
13	GPS	08/03/2025 12:17:35.777	19
14	Galileo	31/12/2021 23:59:50	27
15	ГЛОНАСС	01/01/2017 00:00:00	14
16	GPS	02/02/2023 12:00:00.005	30
17	Galileo	01/06/2025 00:00:17	12
18	ГЛОНАСС	29/02/2021 15:30:01.789	7
19	GPS	14/07/2021 18:30:01.545	18
20	Galileo	03/03/2025 13:25:25	25
21	ГЛОНАСС	31/12/2025 23:59:30	4
22	GPS	30/06/2016 20:59:59.99	1
23	Galileo	29/02/2022 05:00:05.55	1
24	ГЛОНАСС	01/01/2018 02:59:60.99	1
25	GPS	17/06/2025 14:09:00	5
26	Galileo	08/01/2024 15:00:00	21
27	ГЛОНАСС	28/02/2024 12:00:01.7	6
28	GPS	08/03/2025 12:17:35.777	19
29	Galileo	31/12/2023 23:59:50	27
30	ГЛОНАСС	01/01/2024 00:00:00	14
31	GPS	18/11/2025 18:14:20.1	25