

Точность нахождения объекта

при частичном затенении антенны GPS/ГЛОНАСС-приемника

Вопросы определения точности местоположения абонента с помощью спутниковых навигационных систем изучены в настоящее время довольно подробно. Однако недостаточно внимания уделяется этим вопросам в условиях плохой видимости антенной навигационного приемника участка небесной поверхности. Подобная ситуация может возникнуть как преднамеренно, например при скрытном определении местоположения, так и случайно (при аварийной посадке летательного аппарата и т. д.).

Иван Малыгин
Михаил Баев

Как указано в [1], определяемая с помощью спутниковых навигационных систем (СНС) точность дается в значении «минимального возможного уровня» — то есть не хуже определенного уровня за определенный промежуток времени. Для любой точки земной поверхности точность в горизонтальной плоскости эквивалентна или лучше чем 100 м, исходя из среднеквадратической ошибки измерения удвоенного расстояния (twice the distance root mean square, 2DRMS). Это значит, что за сутки плановые координаты, определяемые с помощью GPS, будут находиться не далее 100 м от истинных координат в течение 95% процентов времени наблюдений. Соответствующая точность определения высот — 156 м, а времени — 340 нс.

Эти расчетные параметры точности определены для орбитальной группировки из 24 спутников, при маске возвышения 5° без препятствий и как минимум четырех наблюдаемых спутников с геометрическим фактором потери точности позиционирования (PDOP) не более 6. Это означает, что в зависимости от местоположения или времени суток реальная точность GPS будет меняться. В глубоких каньонах городов мы можем столкнуться с тем, что в поле зрения не будет четырех спутников или PDOP значительно превысит 6.

В исследовании нами использовался экспериментальный GPS/ГЛОНАСС-приемник, созданный на основе интегрального модуля S3535G2F компании SkyTraq (рис. 1, 2).

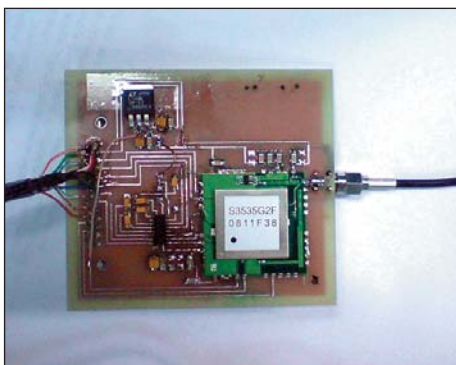


Рис. 1. Внешний вид GPS/ГЛОНАСС-приемника

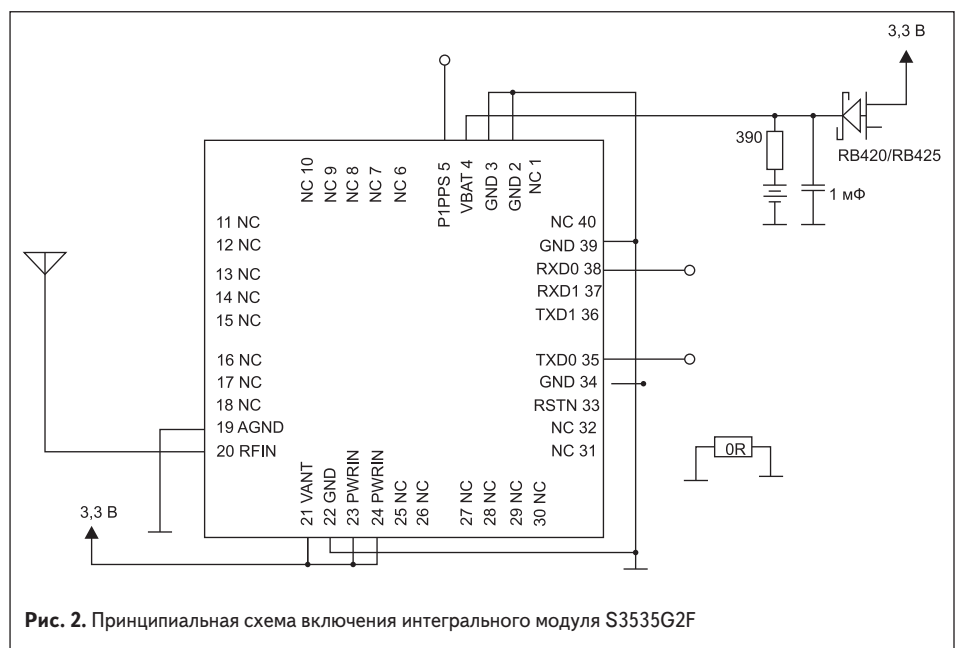


Рис. 2. Принципиальная схема включения интегрального модуля S3535G2F

Кроме навигационного модуля на плате размещены источник питания LT1086-3.3 и драйвер COM-порта ADM3202JRN. Процесс проектирования и настройки приемника подробно описан в [3]. Плата навигационного модуля подключена к внешнему источнику питания, кабелем соединена с COM-портом компьютера, через высокочастотный разъем к ней подключена выносная ГЛОНАСС/GPS-антенна 2J433GFD-

500RG174-C20N фирмы 2J (www.2j-antennae.com). Внешний вид антенны показан на рис. 3, основные технические характеристики:

- частотный диапазон GPS — 1575,42 МГц, ГЛОНАСС — 1572–1610 МГц;
- коэффициент усиления GPS/GLONASS 35 дБ;
- КСВН < 2:1 для всех диапазонов;
- напряжение питания 3–5 В;
- ток потребления 19 мА;

- размеры 38×34×13,7 мм;
 - диапазон рабочих температур –40...+85 °С.
- Антенна была скотчем закреплена на внутренней стороне направленного на юго-запад окна лаборатории (рис. 4), находящейся на первом (цокольном) этаже 4-этажного здания.

Большая часть окна заслонена стоящим в непосредственной близости (примерно 1 м) металлическим ангаром (рис. 5), на окне



Рис. 3. Внешний вид антенны 2J433GFD-500RG174-C20N



Рис. 4. Закрепленная на окне ГЛОНАСС/GPS-антенна



Рис. 5. Окно, за которым находится GPS/ГЛОНАСС-приемник (за решеткой)

Таблица. Результаты измерений координат

№	Местное время	Номера спутников GPS в решении	Номера спутников ГЛОНАСС	HDOP	VDOP	Скорость, м/с	Высота, м
29.05.12							
1	20:15	12	9,8	2,3	0,9	0	0,1
2	20:30	9,12	9,8	3,9	0,9	0,463	296,7
3	20:45	12,14	9,10	4,2	1,0	0	299,1
4*	21:00	27,12,14	9,10	4,2	1,0	0	361,3
5*	21:15	9,12,14,27	16	7,6	1,0	0*	208,4
30.05.12							
6	12:45	13,10,2,4	4,5	7,6	5,1	0	337,2
7	18:00	15,27,19,18	9	3,3	1,0	0	310,9
8	18:15	15,27,19,9,18	9	4,3	3,7	0	276,8
9	18:18	15,27,19,9,18	9	3,0	1,0	0,566	277,8
10	18:30	15,27,11,9	9,8	2,9	3,3	0	264,7
11	18:47	27,15,11,9	9,8,10	2,7	2,4	0	247,6
12	19:01	27,1,15,11,9	9,8,10	2,3	2,3	0	285,2
13	19:17	27,9,1,15,11	8,10	1,9	2,4	0	292,2
14	19:30	27,9,15,11	10	1,9	1,9	0	305,2
15	19:45	27,9,11	10	2,6	1,0	0	318,9
16	20:30	9,12,14	10	2,3	0,9	0	208,4
17	20:45	12,14,1	10,11	3,9	1,0	0	231,9
18	21:06	9,12,27,14	11	2,7	1,0	0,514	231,1
31.05.12							
19	10:00	20,25,23,17	4,19	2,0	0,9	0	204,5
2.06.12							
20	10:07	20,17	6	5,3	0,8	0,926	1,1
21	10:27	4	6,22	6,2	1,0	3,447	0,1
22	11:02	20,23,4	6,7,22	5,3	4,6	0	0,1
23	11:26	23,13,4,10	7	14,7	1,0	0,772	368,1
24	12:18	13,10,4,2	-	5,0	1,0	0	305,1
25	12:34	13,10,20,4,2	7,8	2,2	1,6	0	318,6
26	12:52	13,10,2	8	4,7	1,0	0	287,2
27	13:15	10,2	8	3,5	1,0	0	307,4
28	13:52	-	8	-	-	0	71,4
29	14:24	7,8,5	1	3,9	3,6	0	273,5
30	15:30	8,3,5,26	10,1	3,0	3,5	0	265,3
31	15:52	8,26,3,5	1,11	2,7	2,5	0	281,7
32	16:16	26,3,5	1	2,6	1,0	0,463	267,9
4.06.12							
33*	09:23	20,17	23	6,1	1,0	1,389	42,1
34*	09:42	20,17	8,23	6,5	1,0	0	107,9
35	10:15	20,23,25,4	8	2,3	2,7	0	237,4
36	10:45	20,23,4	24	2,8	1,0	0	230,0
37	11:18	23,4,10	1	11,1	1,0	0	328,7
38	14:38	8,5,16	-	2,3	0,9	0	321,4
39	15:13	8,5,26,16	-	2,5	1,0	0	302,6
40	15:41	8,26,5	-	2,9	0,8	0	392,9

GeoSDemo v1.34
 Файл Справка Чтение из файла Установка Справка Команды Язык Поиск

UTC 02.06.12 08:24:45.7
 Широта 56,8411250°N
 Долгота 60,6493733°E
 Высота, м 273,5
 HDOP 3,9
 VDOP 3,6
 Скорость, м/с 0,000
 Курс 316°

КА в слежении 8 GPS=6 GLN=2
 КА в решении 6 GPS=4 GLN=2

КА - не видны

BDN: Нет данных NMEA: COM1/9600

02.06.2012 14:24:41

Рис. 6. Окно программы GeoSDemo с указанием объекта на карте Google.

установлена металлическая решетка. Таким образом, область видимого антенной свободного пространства в азимутальной плоскости составляет примерно 70° .

Измерения координат производились на протяжении нескольких дней с различными временными промежутками — от 15 до 60 минут. Результаты измерений сведены в таблицу.

Обработка и визуализация сообщений GPS/ГЛОНАСС-приемника выполнялись в программе GeoSDemo КБ «ГеоСтар навигация». Этот инструмент удобен тем, что позволяет отображать местоположение абонента на картах Google (рис. 6).

Результаты графической обработки табличных данных показаны на рис. 7. Красной

точкой отмечено реальное положение объекта, зелеными — показания приемника. На карте видно, что большинство результатов попадает в окружность радиусом не более 200 м, с центром в точке истинного местонахождения. Случаи большего удаления отмечены в таблице «звездочкой».

Замер № 21 не виден на рис. 7 по причине слишком большой погрешности измерения — более 2 км (рис. 8).

Замер № 28 не вызывает вопросов: в видимости находится только один спутник ГЛОНАСС. В остальных случаях доступны сигналы не менее трех спутников, среднее значение HDOP — 5,88, VDOP — 1,48. В экспериментах №№ 6, 23 и 37 HDOP показывает худшие значения — 7,6; 14,7 и 11,1 соответственно, тем не менее точность показаний в данных случаях выше. Особого внимания заслуживает № 22, когда в видимости находятся шесть спутников — три GPS и три ГЛОНАСС, но их геометрическое сочетание настолько неудачно (HDOP 5,3, VDOP 4,6), что приводит к неудовлетворительному результату. Среднее значение HDOP по всем измерениям составляет 4,13, VDOP — 1,65.

Выводы

В случае частичного затенения антенны GPS/ГЛОНАСС-приемника показаний трех спутников обеих навигационных систем достаточно для формирования удовлетворительного (не хуже 200 м) решения по точности местоположения абонента с вероятностью 80%. Более существенную роль для точности определения местоположения играют геометрические факторы расположения — HDOP и VDOP; количество спутников (если их три и более) особого значения в данном случае не имеет.

Литература

1. Richard B. Langley. Dilution of Precision // University of New Brunswick. GPS World. May, 1999.
2. S3535G2F High-Performance 88 Channel GLONASS/GPS Receiver. Datasheet.
3. Малыгин И., Созонов Е. Исследование отечественных GPS/ГЛОНАСС-приемников // Беспроводные технологии. 2011. № 3.
4. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Радиотехника. 2010.

