

# Прием сигналов китайской навигационной системы Beidou на территории России

**Широко известны в мире, наиболее часто используются для определения местоположения и хорошо изучены две навигационные системы — GPS и ГЛОНАСС. Европейская система Galileo проходит тестовые испытания и, несмотря на заявленную глобальность, не используется пока по прямому назначению. В настоящей работе показана возможность приема сигналов навигационных спутников китайской системы Beidou над Екатеринбургом и описаны особенности такого приема.**

**Валерия Коринченко**  
lera30002008@rambler.ru

**Иван Малыгин**  
pit\_pit2@mail.ru

После успешного опыта приема сигналов глобальной навигационной европейской системы Galileo [12] было решено исследовать возможность приема сигналов китайской системы навигации Beidou на территории России. Несмотря на то, что Beidou в нашей стране практически не используется, интерес к ней растет, о чем свидетельствует увеличение числа публикаций, посвященных этой системе, в последние годы. Так, например, общие вопросы построения и функционирования Beidou рассматриваются в [6, 7], поиск сигналов B1 — в [8], определение местоположения (и точность этого определения) абонента с помощью системы Beidou — в [9, 10], особенности орбитальной эволюции отработавших космических аппаратов навигационной системы Beidou — в [11].

Китай начал интересоваться созданием собственной спутниковой системы навигации в 60-х годах прошлого века, затем, после затишья, вызванного культурной революцией, исследования были продолжены. В 1983 г. Чен Фенджун (Chen Fangyun) предложил идею создания китайской региональной навигационной системы из двух космических аппаратов на геостационарной орбите. Изначально система называлась Radio Determination Satellite Service (RDSS), концепция ее создания была формально одобрена руководством космической отрасли КНР в 1994 г. [1]. Первый спутник Beidou BNTS-1 был запущен и размещен на геостационарной орбите 31 октября 2000 г. За ним, 21 декабря того же года,

последовал Beidou 1B. И завершилось создание первого созвездия системы запуском 24 мая 2003 г. третьего аппарата Beidou 1C [2]. Технологически первая версия системы Beidou-1 имела статус региональной системы. При имеющихся трех спутниках на геостационарной орбите и земной станции сопровождения она обеспечивала точность определения местоположения 20 м с использованием точек калибровки и 100 м без калибровки [1]. Расположение навигационных спутников на геостационарной орбите, кроме того, ограничивает определение местоположения абонентов системы, находящихся вблизи Северного и Южного полюсов Земли, что можно отнести к недостаткам первой версии системы.

Вторая версия системы, Beidou-2, известная также как COMPASS, не является «улучшенной» первой версией, а обладает другой архитектурой [4]. В основе второй версии лежит созвездие из 35 спутников, пять из которых расположены на геостационарной орбите (для обеспечения обратной совместимости с Beidou-1), 27 — на средневысотных орбитах (21 528 км) и еще три — на наклонной (55°) геосинхронной орбите. Описанная структура должна обеспечить услугами системы мобильных абонентов, где бы они ни находились, то есть предполагает полный охват земного шара.

Как и другие навигационные системы, Beidou подразумевает два уровня доступа: для любых абонентов и военного (специального) назначения. Распределение частот приведено в таблице [6].

Для проведения исследования на eBay были приобретены два навигационных модуля, поддерживающих, как было заявлено поставщиком, прием сигналов Beidou. Это модули BN-800 (Beitian) и NEO-M8N-0-01 (Ublox), их внешний вид показан на рис. 1 и 2. К сожалению, несмотря на неоднократные попытки, предпринимаемые авторами настоящего исследования на протяжении нескольких

**Таблица.** Диапазоны частот, используемых Beidou-2

Диапазон	Центральная частота, МГц	Скорость передачи (chip rate), Мсps	Ширина полосы пропускания, МГц	Тип модуляции	Тип доступа
B1 (I)	1561,098	2,046	4,092	QPSK	Открытый
B1 (Q)					Требует авторизации
B2 (I)	1207,14	2,046	20,46		Открытый
B2 (Q)		10,23			Требует авторизации
B3	1268,52				



Рис. 1. Навигационный модуль BN-800

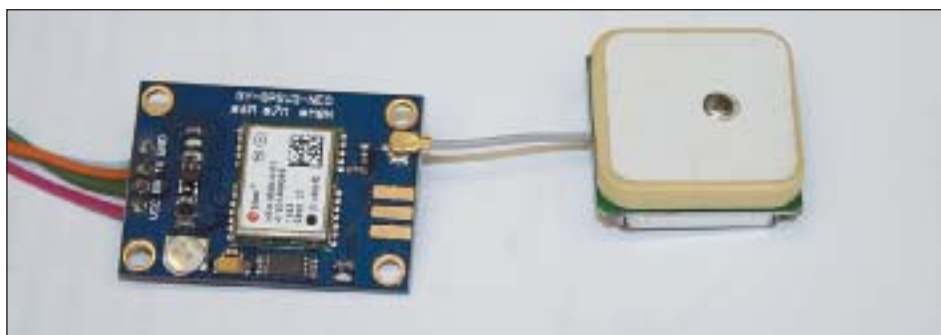


Рис. 2. Навигационный модуль NEO-M8N-0-01 с антенной

месяцев, ни один из модулей сигналы Beidou не принимал, в то время как по сигналам GPS и ГЛОНАСС оба модуля функционировали корректно. Вследствие чего было принято решение исследование прекратить ввиду отсутствия положительного результата.

С 11 по 14 июля в Екатеринбурге проходила международная выставка «Иннопром-2016», участниками которой, в том числе, были представители спутниковой навигационной системы Beidou. От специалистов, работающих на выставочном стенде (рис. 3), авторам удалось получить информацию о том, что над Екатеринбургом можно наблюдать от пяти до восьми навигационных спутников, после чего исследование было продолжено.

На этот раз в качестве навигационного инструмента были использованы обычные смартфоны китайского производства. Как удалось выяснить, смартфон Xiaomi Redmi 3 Pro

с помощью программы GPS Satellites Viewer (GoSatWatch для IOS) способен работать по сигналам исследуемой навигационной системы. Как видно из рассмотрения рис. 4, при видимости шести спутников системы три спутника участвуют в навигационном решении. Кроме того, навигационный модуль смартфона принимает и обрабатывает сигналы GPS и ГЛОНАСС, а поскольку QZSS — это японская система, корректирующая и уточняющая данные GPS на территории Японии, ее сигналов над Екатеринбургом быть не должно [3]. Поскольку авторам были недоступны другие смартфоны, было принято решение обратиться за помощью ко всем имеющим похожие модели смартфонов, написав соответствующий пост в одной из социальных сетей. Следует отметить, что довольно много людей серьезно отнеслись к данной просьбе и опубликовали данные со своих личных коммуникаторов. Так, например, удалось выяснить, что навигационные модули смартфонов Xiaomi Redmi 3 Pro (рис. 4), Huawei p9, OnePlus One, Redmi Note 4, Iphone 5S (рис. 5), Galaxy S5 (рис. 6), ASUS Zenfone 2 (рис. 7) и Xiaomi Redmi note 3 позволяют принимать

и обрабатывать сигналы спутников Beidou. В то время как Zte geek 2, Meizu M2 Note mini, Samsung galaxy s4, Philips Xenium 1908, Highscreen boost 3 и Samsung galaxy grand prime сигналы Beidou принимать не могут. Стоит отметить, что смартфоны Samsung старого поколения (Galaxy S3, Galaxy S4) не имеют возможности приема, в то время как новые модели (Galaxy S5) успешно справляются с этой задачей.

Определение местоположения абонента тем точнее, чем больше спутников участвуют в решении и чем геометрически разнообразнее они расположены. С этой точки зрения, плюс несколько спутников к навигационному решению — всегда плюс. Особенно сильно это заметно в условиях «городских каньонов» — районов с плотной застройкой многоэтажными домами. Возможно, недалек тот день, когда пиццу и лекарства в условиях постоянных городских уличных пробок будут доставлять беспилотные летательные аппараты,



Рис. 3. Выставочный стенд Beidou на «Иннопром-2016»



Рис. 4. Прием сигналов Beidou с помощью Xiaomi Redmi 3 Pro

которым понадобится крайне высокая точность наведения на окно покупателя. И первый из разработчиков навигационных модулей, кто это поймет, обеспечит себе конкурентное преимущество, заявив, что их модуль принимает ВСЕ существующие системы навигации. Тот же, кто говорит своим потребителям: зачем вам Beidou, вам хватит GPS и ГЛОНАСС, заведомо ставит себя в проигрышную позицию, ограничивая покупателей своих устройств в возможностях. А конкуренция на этом рынке с каждым днем будет только ужесточаться.

На скриншотах GPS Satellites Viewer видим, что европейская система Galileo в списке отсутствует, в то время как GPS, Glonass, QZSS и Beidou там. Это более чем странно, поскольку Galileo — система глобальной навигации, а QZSS актуальна только в Японии. И целесообразнее, казалось бы, QZSS убрать, а Galileo поставить в список. Ведь Европа — огромный рынок во всех отношениях. Нельзя сказать наверняка, почему так произошло, но можно предположить, что именно сейчас определяется замыкающий тройку лидеров глобальных навигационных систем. США (GPS), Россия (ГЛОНАСС) разделили первое и второе места. Но вот кто станет третьим, Galileo или Beidou?

В заключение отметим, что социальные сети и смартфоны могут быть использованы не только для обычного общения, но и для проведения научных исследований и расширения инженерного кругозора своих владельцев. ■

### Литература

1. Kevin Pollpeter. To Be More Precise: The Beidou Satellite Navigation and Positioning System.

China Brief Volume 7, Issue 10. URL: <https://jamestown.org/program/to-be-more-precise-the-beidou-satellite-navigation-and-positioning-system-2/#sthash.kuA0d75X.dpuf>

2. John Pike. Beidou (Big Dipper). Space. GlobalSecurity.org. <https://web.archive.org/web/20061128170852/http://www.globalsecurity.org/space/world/china/beidou.htm>

3. What is the Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)? [http://qzss.go.jp/en/overview/services/sv02\\_why.html](http://qzss.go.jp/en/overview/services/sv02_why.html).

4. China Begins Broadcasts on Latest Compass GNSS GEO Satellite. Inside GNSS, July/August 2010. [www.insidegnss.com/node/2134](http://www.insidegnss.com/node/2134).

5. BeiDou Navigation Satellite System Signal In Space Interface Control Document Open Service Signal (Version 2.0). [www2.unb.ca/gge/Resources/beidou\\_icsd\\_english\\_ver2.0.pdf](http://www2.unb.ca/gge/Resources/beidou_icsd_english_ver2.0.pdf).

6. Соловьев Ю. А. Китайская спутниковая навигационная система BEIDOU/COMPASS // Новости навигации. 2013. № 2.

7. Соловьев Ю. А., Царев В. М. Создание и развитие китайской спутниковой радионавигационной системы BEIDOU/COMPASS // Радиотехника. 2014. № 7.

8. Кабыл С. К. Поиск сигналов BEIDOU В1 китайской навигационной спутниковой системы // Труды международного симпозиума «Надежность и качество» 2016. № 3.

9. Соловьев Ю. А., Устюжанин Д. А. Априорная оценка точности определения координат китайской региональной системой BEIDOU-1 // Космонавтика и ракетостроение. 2009. № 2.

10. Сабденкулы О., Рамазанова Б. К., Раскельдинов А. И. Определение орбиты и места

**Необходимость изучения и применения навигационных систем Beidou и Galileo — вопрос действительно спорный. Существующим и успешно развивающимся в современном мире сервисам вполне достаточно GPS и ГЛОНАСС. Позволит ли использование сигналов спутников Beidou и Galileo улучшить точность определения местоположения? Уменьшит ли время формирования навигационного решения? Предоставит ли еще какие-либо преимущества своим пользователям? Редакция журнала и авторы статьи будут крайне признательны всем специалистам, которые найдут немного времени, чтобы выразить свое профессиональное мнение по этим вопросам.**

позиционирования при помощи GALILEO и BEIDOU // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 3–2.

11. Томилова И. В., Бордовицына Т. В., Менибаев Р. Р. Структура резонансных возмущений и особенности орбитальной эволюции неуправляемых объектов системы BEIDOU IGSO // Известия высших учебных заведений. Физика. 2015. Том 58, № 10–2.

12. Малыгин И. В., Коринченко В. А. Прием сигналов глобальной навигационной системы GALILEO в России // Беспроводные технологии. 2016. № 2.



Рис. 5. Прием сигналов Beidou с помощью iPhone 5S



Рис. 6. Прием сигналов Beidou с помощью Galaxy S5



Рис. 7. Прием сигналов Beidou с помощью ASUS Zenfone 2