

Исследование отечественных GPS/ГЛОНАСС- приемников

Только ленивый не пишет сейчас про ГЛОНАСС -- и хорошее, и не очень. Чтобы предметно разобраться в вопросе применимости имеющихся на российском рынке навигационных модулей, студентами и преподавателями Уральского федерального университета согласно постановлению Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 218 и в соответствии с планом работ по выполнению Договора №. 13.G25.31.0008 от 7 сентября 2010 г. «Создание и производство технических средств радиозондирования атмосферы на основе спутниковых навигационных систем GPS /ГЛОНАСС с целью модернизации технологической базы аэрологической сети Росгидромета» было проведено исследование, результаты которого авторы выносят на суд читателей в виде настоящей статьи.

Иван Малыгин
Евгений Созонов
pit_pit2@mail.ru

По результатам предварительного маркетингового исследования для испытаний были выбраны три модели GPS/ГЛОНАСС-модулей: СН-4706 (ЗАО «КБ НАВИС»), ГеоС-1М (КБ «ГеоСтар навигация») и МНП-М7 (ООО «ИРЗ-Связь»). Для улучшения понимания основные характеристики навигационных модулей, заявленные их производителями [1, 4, 6], сведены в таблицу 1. Легко заметить, что претенденты обладают схожими параметрами, поэтому выделить среди них победителя на основании лишь представленных данных не получается. Рассмотрим ситуацию более подробно.

Общие вопросы проектирования приемников

Печатные платы всех трех приемников были спроектированы в программном продукте Sprint-Layout 5.0. Для изготовления печатных плат использовался двусторонний фольгированный стеклотекстолит толщиной 1,5 мм. Кроме навигационного модуля на платах

приемников размещены две микросхемы: источник питания LT1086-3.3 (для МНП-М7 — KP1158EH3B) и драйвер последовательного порта ADM3202JRN.

Проектирование приемника на основе СН-4706

Топология печатной платы показана на рис. 1 (синим цветом отмечен верхний слой печатной платы, другим цветом — нижний), внешний вид — на рис. 2. За исключением сигнальных выводов разъема, нижний слой представляет собой цельный металлизированный экран. Плату навигационного приемника со смонтированными элементами иллюстрирует рис. 3. Для тестирования модуля СН-4706 производителем предлагаются два программных продукта: Storegis и VM_Ctrl. Программа накопления и обработки измерений Storegis предназначена для приема данных по протоколу NMEA и BINR и представ-

Таблица 1. Сравнительные характеристики навигационных модулей

Параметр	СН-4706	ГеоС-1М	МНП-М7
Размеры, мм	35×35×7	35,5×33,2×3,8	29×29×3
Потребляемая мощность, Вт	0,7 (0,9)	0,36 (0,38)	0,4 (0,6)
Напряжение питания, В	3–3,6	3–3,6	3
Масса, г	15	10	6
Температурный режим, °С	–40...+85	–40...+85	–40...+65
Время первого определения навигационных параметров, горячий/теплый/холодный старт, с	10/35/90	4/29/36	5/35/50
Инструментальная погрешность определения географических координат, м (не более)	5 (8 по высоте)	3 (5 по высоте) с вероятностью 0,67	5 с вероятностью 0,95
Чувствительность, дБВт	–152	–150/–140	–160/–130
Розничная цена, руб.	3649	3519	3305

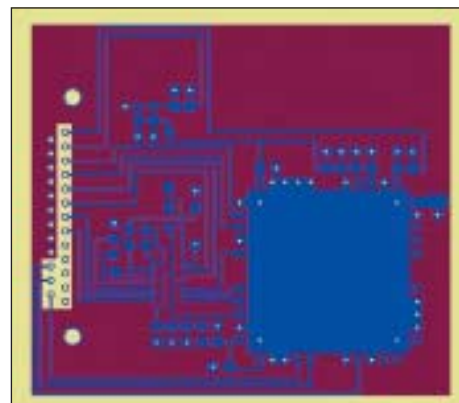


Рис. 1. Топология печатной платы для навигационного модуля СН-4706 IEEE 802.15.4

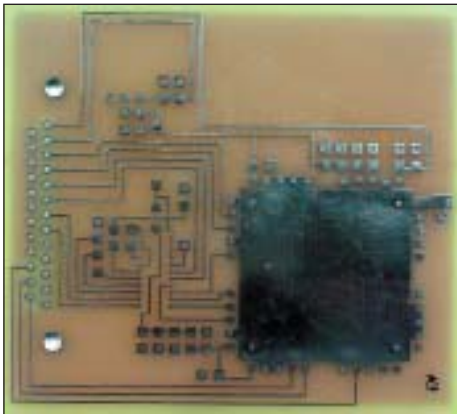


Рис. 2. Внешний вид печатной платы навигационного модуля CH-4706



Рис. 3. Внешний вид навигационного приемника CH-4706 в сборе

ления этих данных в текстовом и графическом виде. Программа также может обрабатывать уже накопленные файлы [2]. Программа VM_Ctrl обеспечивает информационное взаимодействие оператора ПК с навигационной аппаратурой через COM-порт по протоколам BINR и NMEA [3]. Внешний вид главного окна программы Storegis приведен на рис. 4. Старт программы осуществляется путем запуска исполняемого файла storegis.exe. Главное окно

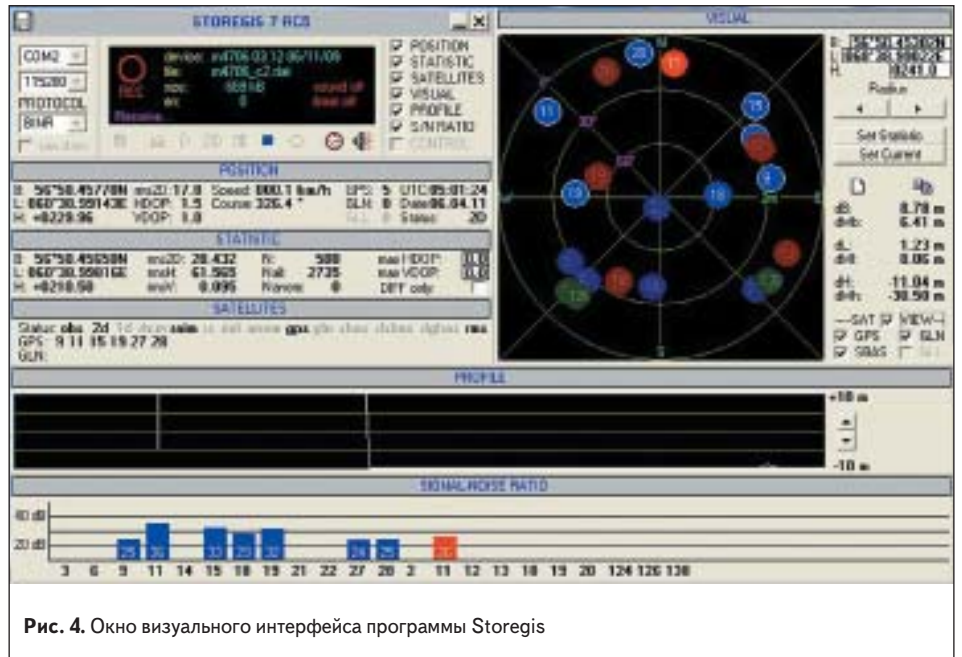


Рис. 4. Окно визуального интерфейса программы Storegis

программы функционально разделено на три части: панель выбора порта и протокола обмена, панель управления записью/прогнозом файлов, панель выбора дополнительных окон. Остановимся подробнее на последней панели, с помощью которой можно вызвать следующие окна:

- POSITION — информация о текущем местоположении потребителя.
- STATISTIC — статистическая обработка данных о местоположении.
- SATELLITES — информация о статусе решения, об используемых и исключенных спутниках.
- VISUAL — информация о местоположении потребителя и о расположении спутников в графическом виде. Спутники отображаются кружками различного цвета и интенсивности окраски (синие — GPS, красные — ГЛОНАСС, зеленые — SBAS; если кружок яркий — спутник находится на слежении, если темный — он невидим для приемника). Число внутри кружка соответствует номеру спутника.
- PROFILE — информация о профиле высоты потребителя в графическом виде (показы-

вается профиль текущей высоты) и кнопки задания масштабов окна.

- S/N RATIO — информация об уровне сигнала принимаемых спутников (в графическом окне отображаются уровни сигналов принимаемых спутников и их номера).

После запуска файла VM_Ctrl.exe на экране появляется основное окно этой программы (рис. 5).

После нажатия на кнопку «Настройки» появляется дополнительное диалоговое окно настроек канала связи с прибором (рис. 6). В нем выбираются порт, скорость обмена, протокол, по которому происходит взаимодействие, происходит включение/выключение режима контрольной суммы, находится индикатор ведения LOG-файла. Для применения настроек нужно нажать на кнопку «Принять».

После нажатия на кнопку «Вкл» программа открывает канал связи с прибором с теми настройками, которые сделал оператор. Если соединение прошло нормально, то в «шапку» основного окна выводится информация

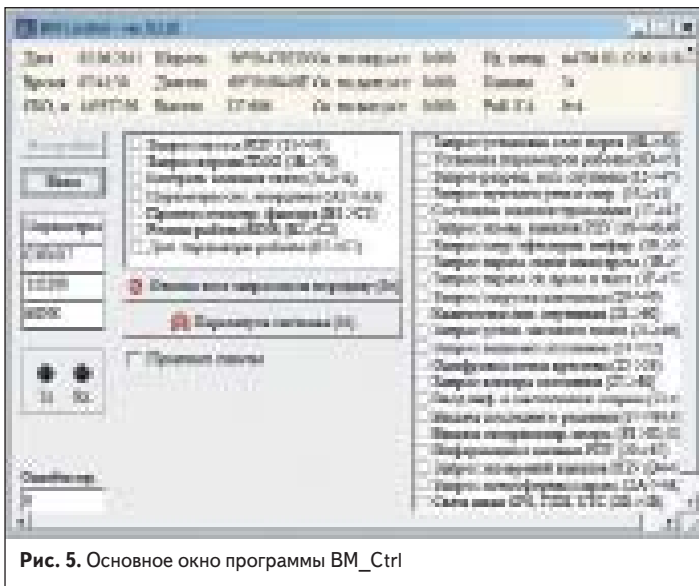


Рис. 5. Основное окно программы VM_Ctrl

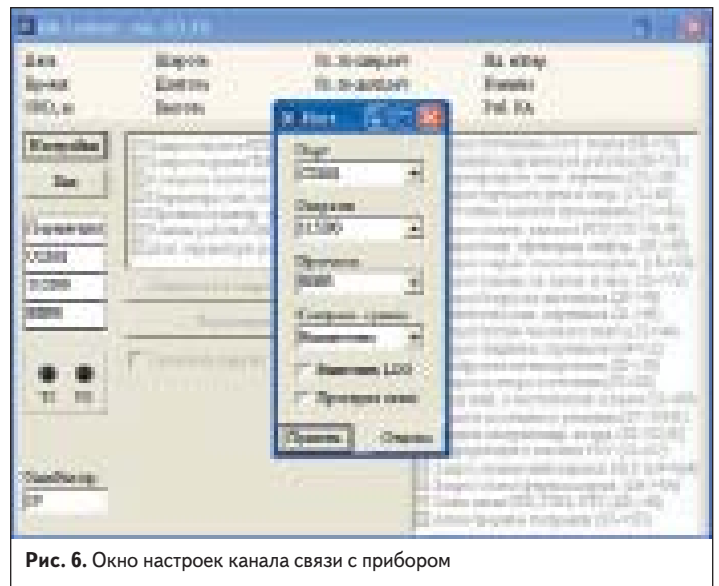


Рис. 6. Окно настроек канала связи с прибором

о текущих дате и времени, координатах, скорости, версии БПО, количестве каналов прибора и рабочих спутников.

Проектирование приемника на основе GeoС-1М

На рис. 7–9 показаны топология и внешний вид печатной платы модуля GeoС-1М, а также навигационный приемник в сборе.

Для тестирования модуля GeoС-1М производителем предлагается демонстрационное программное обеспечение GeoSDemo. Программа предназначена для работы в системах под управлением Window-подобных ОС. Внешний вид главного окна программы GeoSDemo показан на рис. 10. Синим цветом отмечены спутники GPS, зеленым — спутники ГЛОНАСС. Светлый оттенок цвета означает, что указанные спутники участвуют в навигационном решении. Темный оттенок — спутники находятся на слежении. Красным цветом указаны спутники, которые не видны навигационному приемнику в настоящий момент. Уровень сигнала от каждого принимаемого спутника кроме визуальной линейки указан еще и абсолютным значением, что очень удобно для сравнительного анализа. На следующей вкладке — «Диаграммы» (рис. 11) — показаны зависимости точности местоположения, высоты, количества спутников в решении и скорости от времени.

Полезной возможностью программы GeoSDemo является отображение позиции навигационного приемника на упрощенной карте мира (рис. 12). При наличии подключения

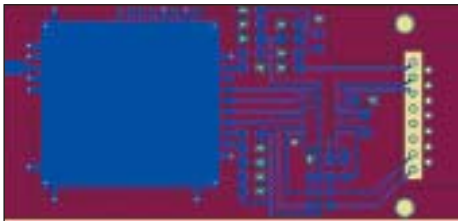


Рис. 7. Топология печатной платы для навигационного модуля GeoС-1М

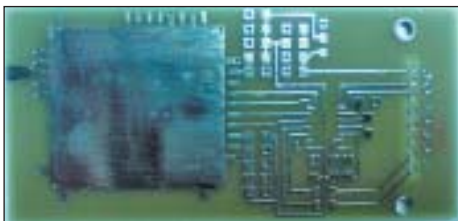


Рис. 8. Внешний вид печатной платы навигационного модуля GeoС-1М



Рис. 9. Внешний вид навигационного приемника GeoС-1М в сборе



Рис. 10. Главное окно программы GeoSDemo

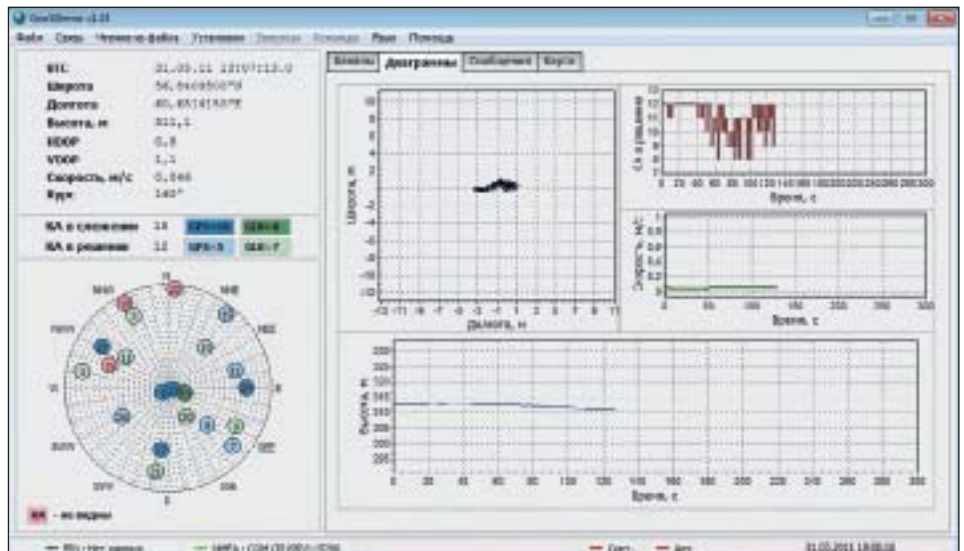


Рис. 11. Окно «Диаграммы» программы GeoSDemo

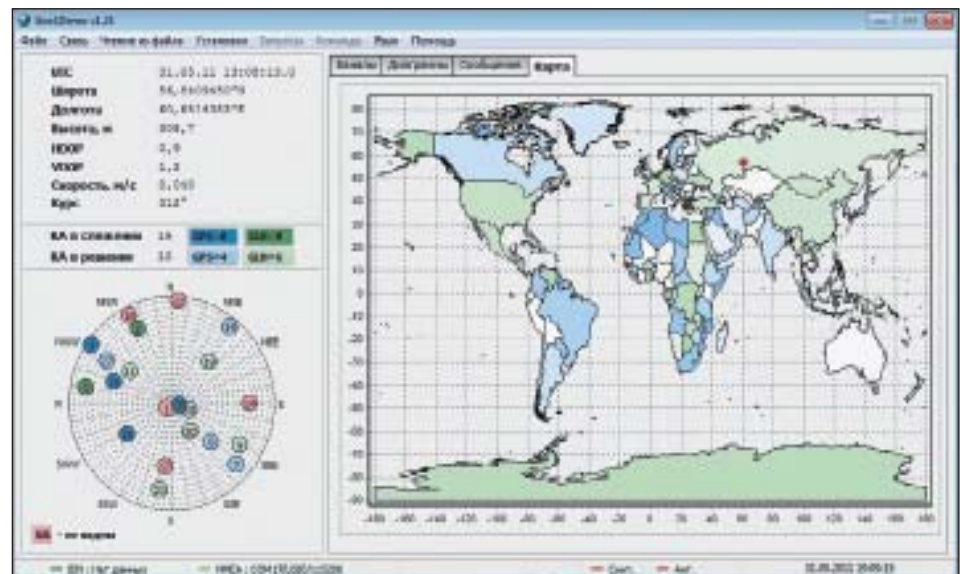


Рис. 12. Окно «Карта» программы GeoSDemo

компьютера пользователя к Интернету отображение позиции возможно на картах сервиса Google Maps.

Проектирование приемника на основе МНП-М7

Топология печатной платы показана на рис. 13, внешний вид — на рис. 14. Навигационный приемник МНП-М7 в сборе — рис. 15. Конструкция приемника на основе МНП-М7 отличается от остальных микросхемой источника питания — КР1158ЕН3В, так как, согласно документации, верхнее значение питающего напряжения модуля ограничено величиной 3,2 В при рекомендуемом 3 В. Остальные модули

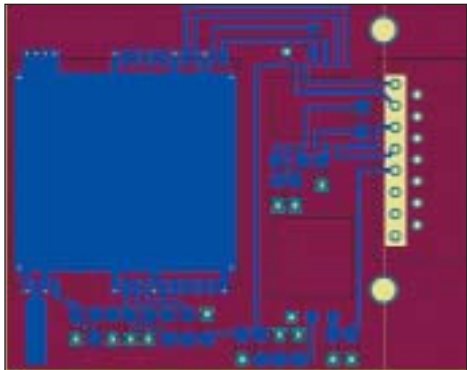


Рис. 13. Топология печатной платы для навигационного модуля МНП-М7

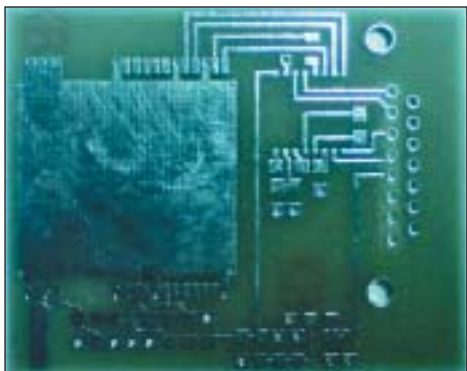


Рис. 14. Внешний вид печатной платы навигационного модуля МНП-М7

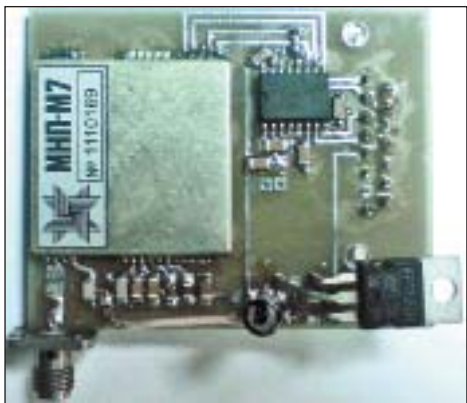


Рис. 15. Внешний вид навигационного приемника МНП-М7 в сборе

работоспособны при напряжении в диапазоне от 3 до 3,6 В.

Для тестирования модуля МНП-М7 производителем предлагается программное средство Navi, содержащее [7] полноэкранный интерфейс для отображения координат, скорости, времени, состояния каналов навигационного приемника, альманаха спутниковых навигационных систем и другой информации, а также командную строку для ввода команд и отображения ответов навигационного приемника. В Navi предусмотрены возможность изменения всех установок навига-

ционного приемника, в том числе протоколов и скорости обмена по последовательным портам, и функция записи в файл протокола работы навигационного приемника. Между русским и английским языками интерфейса можно переключаться в ходе работы программы. Пример диалога с модулем МНП-М7 из командной строки приведен на рис. 16. Система команд подробно описана в [7] и сложностью не отличается. Нажав клавишу «ё», можно перейти в графический режим работы, окно которого показано на рис. 17.

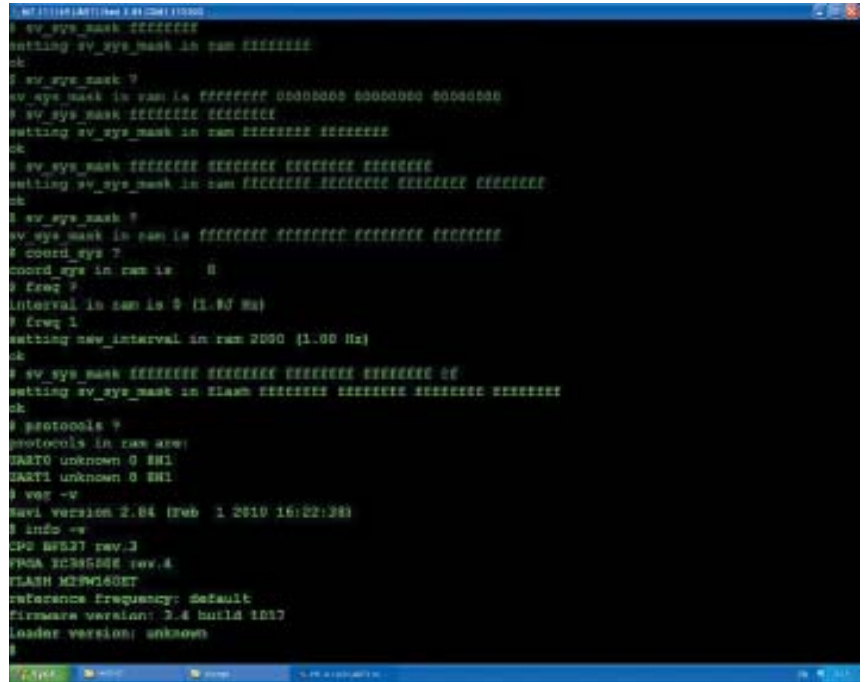


Рис. 16. Пример диалога с модулем МНП-М7 из командной строки программы Navi

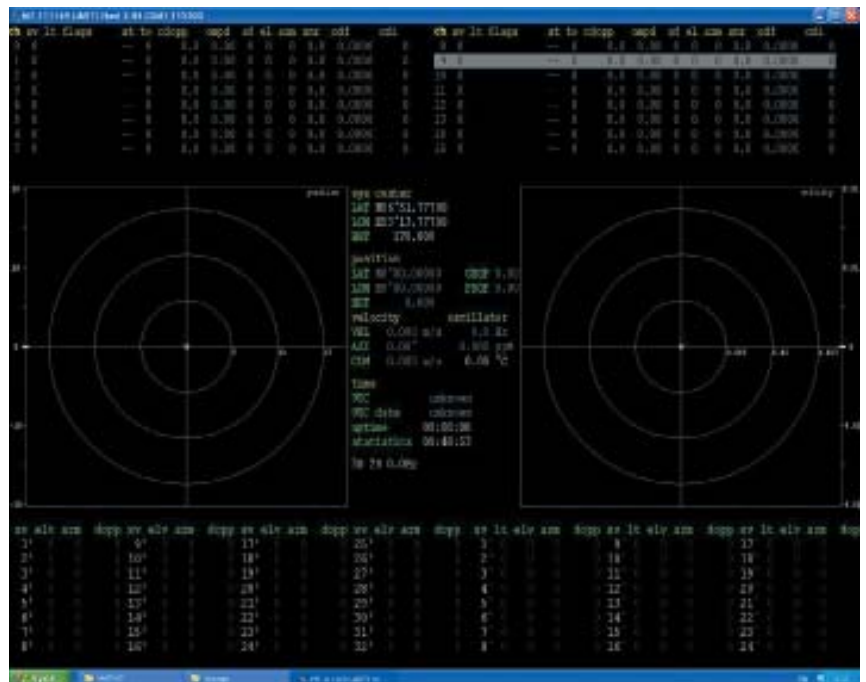


Рис. 17. Графический интерфейс программы Navi

Испытания

С целью максимально корректного сравнения работоспособности исследуемых модулей они были включены одновременно, результаты работы каждого выводились на отдельный монитор (рис. 18), антенны одного типа были размещены в непосредственной близости друг от друга. Платы навигационных приемников были подключены к внешнему источнику питания и соединены с последовательным портом соответствующего компьютера, а через высокочастотный разъем — с GPS/ГЛОНАСС-антенной 2J433GFD-500RG174-C20N фирмы 2J. Внешний вид антенны показан на рис. 19, основные технические характеристики приведены в таблице 2.

Результаты испытания модулей (использовалась программа Storegis) показаны на рис. 20–22. Испытания подтвердили заявленные производителями характеристики по времени холодного старта. Обращает на себя внимание отличие в показаниях модулей по измерению высоты: 298 м — СН-4706; 292,2 м — ГеоС-1М; 278,6 — МНП-М7, что обусловлено, по всей

Таблица 2. Основные технические характеристики антенны 2J433GFD-500RG174-C20N

Частотный диапазон GPS/ГЛОНАСС, МГц	1572–1610/1575,42
Коэффициент усиления GPS/ГЛОНАСС, дБ	35
КСВН для всех диапазонов	<2:1
Напряжение питания, В	3–5
Потребляемый ток, мА	19
Габаритные размеры, мм	38×34×13,7
Диапазон рабочих температур, °С	–40...+85



Рис. 18. Рабочее место для одновременного испытания трех ГЛОНАСС-модулей



Рис. 19. Внешний вид антенны 2J433GFD-500RG174-C20N

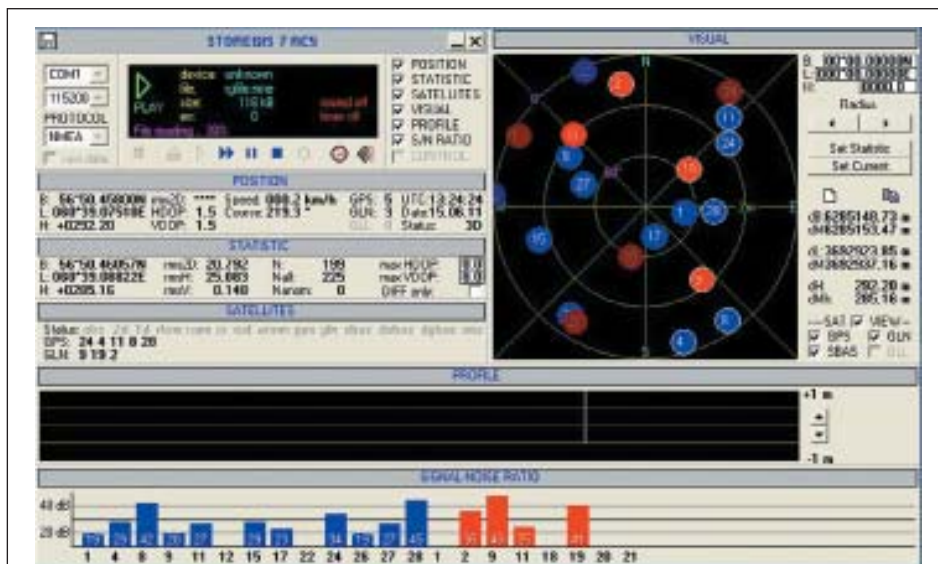


Рис. 20. Главное окно Storegis при испытании модуля ГеоС-1М



Рис. 21. Главное окно Storegis при испытании модуля МНП-М7

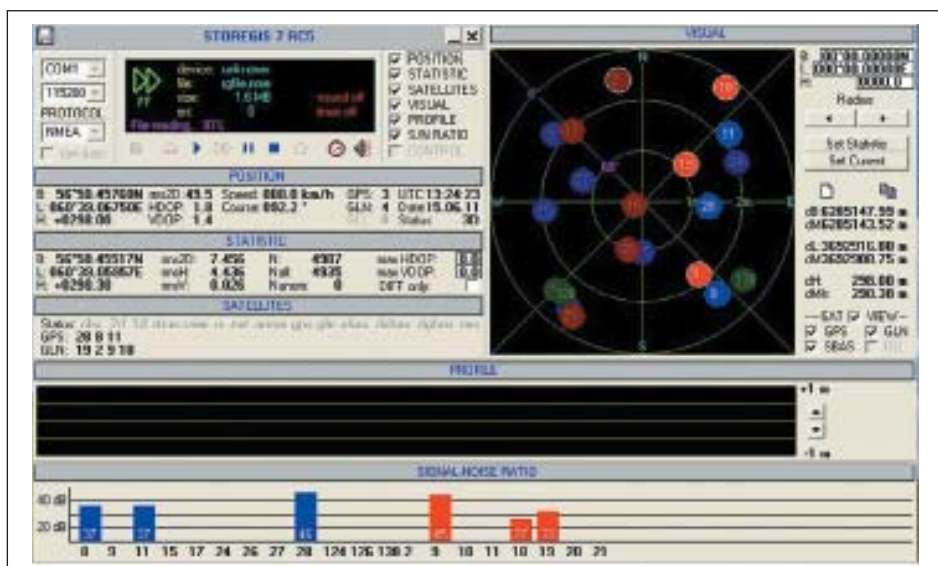


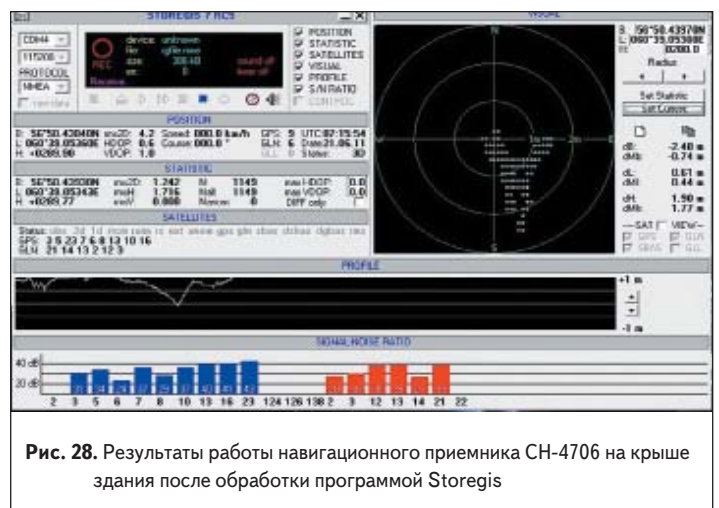
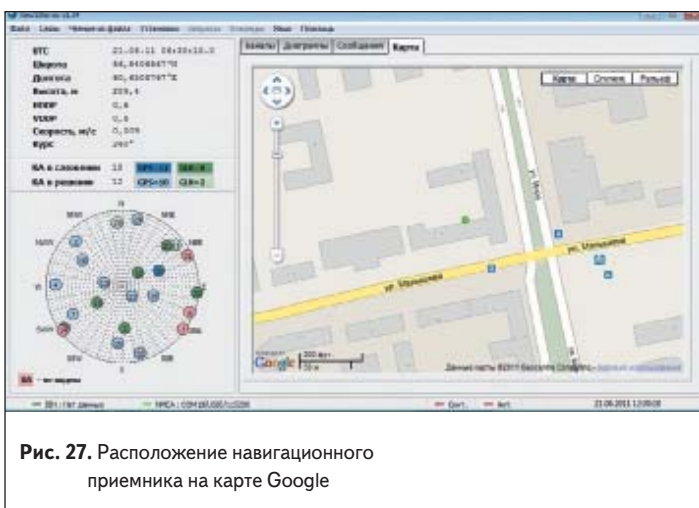
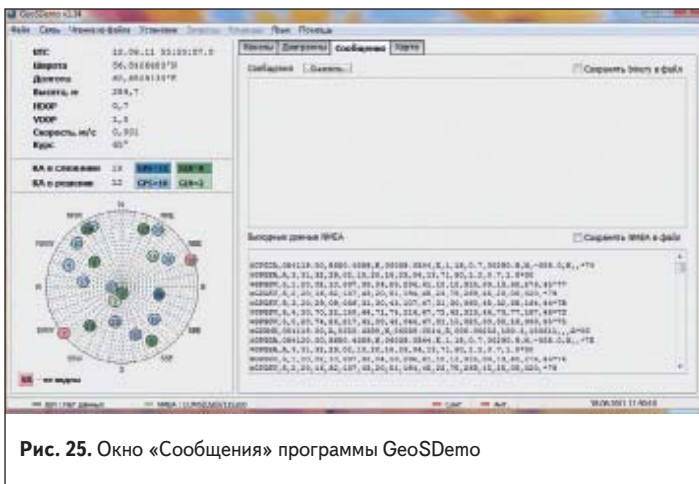
Рис. 22. Главное окно Storegis при испытании модуля СН-4706



видимости, разными алгоритмами обработки «сырых» спутниковых данных. Разница в показаниях по широте и долоте не превысила одной угловой минуты. С целью определения влияния стены, закрывающей часть горизонта, проводился навигационный эксперимент на крыше здания. Полученные результаты иллюстрируют рис. 23–26. На рис. 24 видна неизменность координат во времени, что говорит о хорошем качестве сигнала и сопровождения. Если компьютер подключен к Интернету, отображение местоположения навигационного приемника возможно на картах Google (рис. 27).

Намного лучше выглядят результаты работы на крыше навигационного приемника СН-4706 (рис. 28). Для более удобного сравнения на рис. 29 приведены результаты работы навигационного приемника ГеоС-1М, обработанные той же программой Storegis. Кроме описанных выше, существуют и другие программы обработки спутниковой информации, в том числе и бесплатные. В качестве примера можно рассмотреть ПО VisualGPS одноименной компании. Программа обладает эстетичным многооконным интерфейсом (рис. 30). Окно Azimuth&Elevation показывает не только взаимное расположение спутников,

но и траcсы их передвижений. Активные в данный момент спутники выделены желтым цветом. Окно Signal Quality показывает уровень принимаемого от спутников сигнала. Поскольку программа не адаптирована для российской навигационной системы, номера ГЛОНАСС-спутников не соответствуют общепринятым в России. Синим цветом выделены спутники, по которым есть решение, серым — сопровождаемые. Окно Survey демонстрирует распределение точностных характеристик сигнала во времени. Самое краткое окно Navigation показывает широту, долготу и высоту.



Заключение

- СН-4706. С точки зрения конструирования крайне неудобным является тот факт, что ВЧ-часть прибора должна быть отделена по питанию от основной части не только положительным проводником, но и общим. Поэтому при проектировании платы необходимо отделить ВЧ-«землю» от остальной «земли». Среди особенностей рассматриваемого прибора следует отметить возможность приема сигналов SBAS-спутников — дифференциальных поправок. На большей части территории России эта опция не используется, так как внесение дифференциальных поправок в навигационное решение актуально на расстоянии, не превышающем 300 км от контрольно-корректирующей станции (ККС) [8]. В России в данный момент насчитывается 14 ККС, расположенных вдоль государственной границы.
- ГеоС-1М. Самый простой и понятный для конструирования модуль. Минимум сигнальных выводов, необходимых для работы, при этом их расположение не симметрично, т. е. исключена возможность ошибочного монтажа. Авторам статьи именно этот модуль понравился более остальных.
- МНП-М7. Несмотря на подробное описание, авторам не удалось добиться вывода информации о принимаемых спутниках и их позициях в графическое окно программы. Также не удалось получить исчерпывающей информации от специалистов технической поддержки производителя относительно имеющейся проблемы. В процессе испытания модуль МНП-М7 постепенно перестал отвечать на запросы компьютера и вышел из строя. В дальнейшем, используя команды соединения из документации, связь с модулем удалось восстановить, однако обнаружение и сопровождение спутников модуль выполнять отказался. Чтобы разобраться в ситуации, был приобретен, установлен на плату и смонтирован еще один модуль МНП-М7, который после двух дней испытаний вышел из строя с теми же симптомами. ■

Литература

1. Приемник СН-4706. Руководство по эксплуатации ТДЦК.434855.001 РЭ.
2. Программа накопления и обработки измерений Storegis. Описание программы. АПМА.00218-01 13.
3. Программа VM_Ctrl. Руководство оператора. ТДЦК.90058-01 34.
4. ГеоС-1М. Руководство по эксплуатации. Версия 1.1. М.: ООО «КБ «ГеоСтар навигация». 2010.
5. GeoSDemo v1.34. Руководство пользователя. М.: ООО «КБ «ГеоСтар навигация». 2010.
6. Приемник навигационный МНП-М7. Руководство по эксплуатации. ЦВИЯ.468157.113 РЭ.
7. Navi — программа для работы с многоканальными навигационными приемниками семейства МНП. Руководство пользователя. Версия 1.05.00. 2010.01.29.
8. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. М.: Радиотехника. 2010.

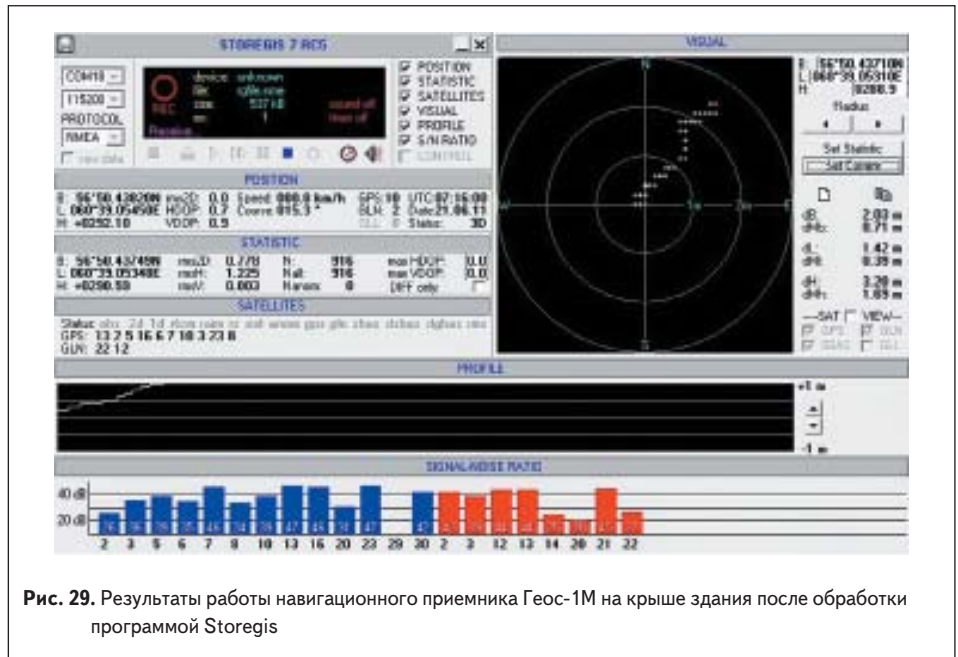


Рис. 29. Результаты работы навигационного приемника ГеоС-1М на крыше здания после обработки программой Storegis

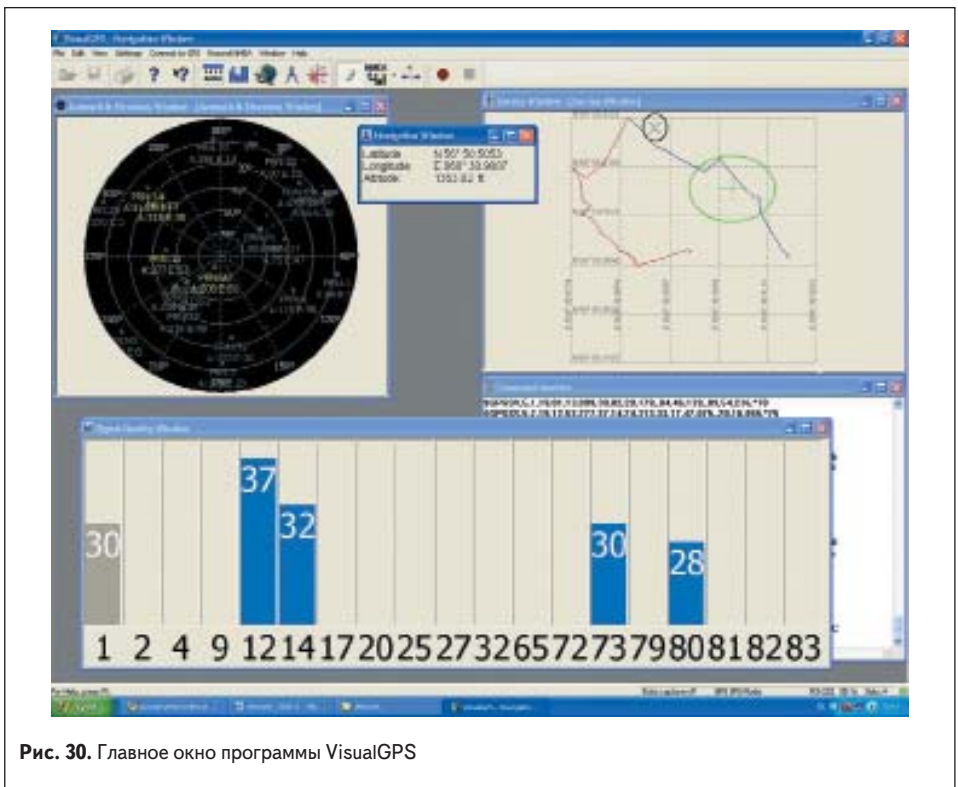


Рис. 30. Главное окно программы VisualGPS