

Новые GSM/3G-модули

для спутниковой навигации

от компании u-blox

Роман Мишуков

Компания u-blox широко известна во всем «навигационном мире» как создатель и производитель высококачественных продуктов для спутниковых технологий позиционирования в интересах массового рынка. Основной (и долгое время единственной) задачей фирмы была разработка и поставка чипсетов и OEM GPS-модулей, произведенных на их основе.

Сегодня u-blox предлагает GPS/ГЛОНАСС-приемники 7-й серии, все наименования и типоразмеры (форм-факторы) которых представлены на рис. 1.

В 2012 г. u-blox приобрела компанию Fastrax, производителя OEM GPS/ГЛОНАСС-приемников. В связи с этим линейка продуктов расширилась за счет модуля IT530M и построенной на его основе сборки UC530M с миниатюрной GPS/ГЛОНАСС-антенной (рис. 2). Оба изделия

поддерживают комбинированный режим работы, т. е. при расчете позиции используют данные навигационных систем ГЛОНАСС и GPS одновременно.

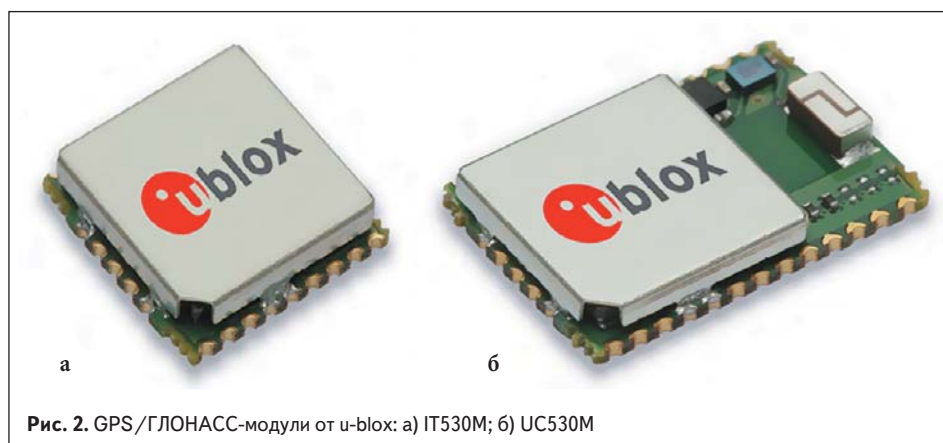
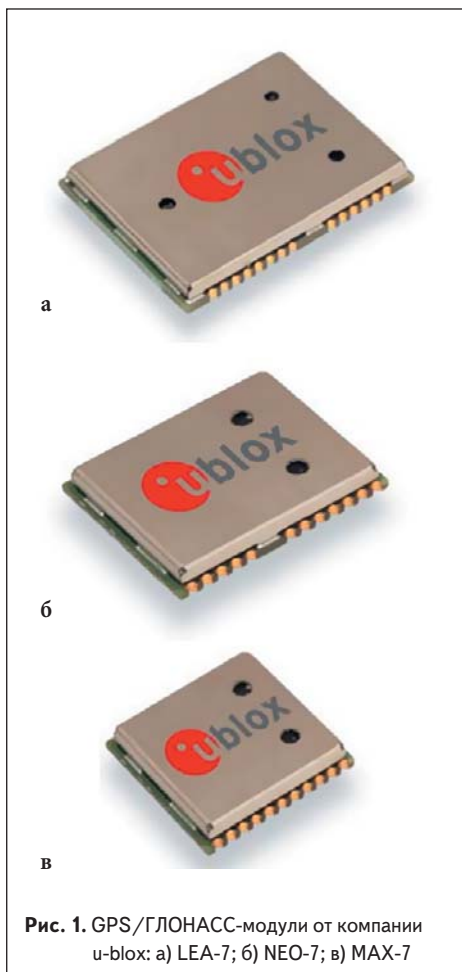
Основные технические характеристики навигационных модулей u-blox представлены в таблице 1.

Различие массо-габаритных показателей при одинаковых технических характеристиках объясняется наличием (либо отсутствием) различного рода опций, характерных для того или иного модуля. Например, навигационный приемник LEA-7N имеет в своем составе цепи защиты от КЗ и XX по RF-входу и цепь питания внешней активной антенны, что сказывается на размерах изделия.

Ближайшие планы компании u-blox — создание новой линии навигационных приемников. Новые модули будут иметь те же типоразмеры и цоко-

Таблица 1. Основные технические характеристики навигационных приемников u-blox

Параметры	LEA-7N	NEO-7N/NEO-7M	MAX-7C/MAX-7Q/ MAX-7W	IT530M	UC530M
Габаритные размеры, мм	17,0×22,4×2,4	12,2×16,0×2,4	9,7×10,1×2,5	9,6×9,6×1,85	9,6×14,0×1,95
Напряжение питания, В	2,7-3,6	2,7-3,6/1,65-3,6	1,65-3,6/2,7-3,6/2,7-3,6	3,0-4,3	
Ток потребления, мА	23	15/17	15/17/17	11	
Холодный старт, с	29	29/30	30/29/29	31	
Чувствительность, дБм	Холодный старт	-148			-148
	Слежение	-162			-165



левку выводов, что и модули ряда предыдущих поколений, что снимает все производственные проблемы потребителей. Предусматривается возможность работы в комбинированном режиме и, по-видимому, это будут первые навигационные модули, предоставляющие Assist-сервис (обеспечение навигационного приемника информацией для быстрого старта) при работе с ГЛОНАСС. Данная процедура для GPS-приемников компании u-blox уже давно реализована и успешно работает.

GSM-модули с «навигационными расширениями»

Основным продуктом российского рынка в сфере спутниковой навигации являются устройства контроля подвижных объектов в реальном масштабе времени. В большинстве случаев при использовании устройств такого рода предусматривается оперативная передача данных об объекте слежения заинтересованному потребителю. Сегодня в большинстве случаев для организации канала передачи используют сеть мобильной связи стандарта GSM, так как этот вариант наиболее доступен. В настоящее время наметилась тенденция к использованию для этих целей модулей стандарта 3G. Именно поэтому GSM- или 3G-модуль, наряду с GPS- или ГЛОНАСС-приемником, является неотъемлемой частью приборов контроля подвижных объектов.

Все без исключения GSM- и 3G-модули характеризуются набором стандартных характеристик: рабочие частоты, класс режима пакетной передачи данных (GPRS), SMS, TCP/IP-стек, токи потребления в различных режимах и др. И с этой точки зрения модули различных производителей мало чем отличаются друг от друга. Для упрощения изложения далее по тексту GSM- и 3G-модули будут называться просто «модули или модуль». Если будет идти речь о навигационном модуле, то это будет оговорено особо. Безусловно, модуль от определенного производителя имеет свои эксплуатационные особенности, они не отражены в технических описаниях, но зачастую определяют выбор разработчика. При этом модуль так и остается изделием со стандартным набором функций, практически одинаковым у всех производителей. Работа в составе готового изделия происходит ровно по этому же принципу: «все как у всех».

Как уже было показано выше, u-blox, помимо навигационных приемников, имеет в своем «продуктовом портфеле» линейку модулей для организации беспроводной связи GSM- и 3G-стандартов. В настоящий момент, наряду с навигационными приемниками, разработка и производство модулей беспроводной связи — еще одна специализация компании. Наиболее популярны и востребованы модули GSM-стандарта LEON-G100 (SMT-исполнение) и SARA-G350 (LGA-исполнение), они представлены на рис. 3. В 3G-стандарте наиболее популярны модули LISA-U2series. Для российского рынка, с точки зрения рабочих частот, актуальны модели LISA-U200 и LISA-U260. Основные технические данные модулей компании u-blox приведены в таблице 2.

Таблица 2. Основные технические характеристики GPRS- и 3G-модулей u-blox

Параметры	LEON-G100	SARA-G350	LISA-U2series	
Габаритные размеры, мм	18,9×29,5×3	16×26×3		
Конструктив	SMD	LGA	SMD	
Рабочие частоты, МГц	850/900/1800/1900		800/850/900/1700/1900/2100	
Напряжение питания, В	3,0–4,5		3,3–4,4	
in-band mode	Есть			
Ток потребления, мА	Power Off	0,99	0,04	0,05
	Idle mode	1,6	0,9	1,6
GSM voice	не более 300	250	190	
UMTC voice	Нет		460	
GPRS Class 10	не более 410	250	190	
HSDPA	Нет		580	
HSPA	Нет		460	
Скорость передачи данных, кбит/с				
GSM	9,6 max			
GPRS Class 10	85,6			
HSUPA, Мбит/с	Нет		5,76	
HSDPA, Мбит/с	Нет		7,2/21,1*	
Analog Audio	2	1	нет	
Digital Audio	1	1	2	
SIM-карта	1,8 В/3 В			

Уникальными все эти модули делает то, что помимо стандартного набора характеристик и функций они содержат в себе ряд «навигационных» расширений:

- управление работой GPS/ГЛОНАСС-модуля u-blox через DDC-интерфейс;
- считывание данных в формате NMEA;
- конфигурирование модуля посредством UBX-протокола;
- режим A-GPS;
- технология гибридного позиционирования.

Все эти расширения позволяют упростить схемотехнику изделия в целом, облегчить процесс написания ПО и разгрузить процессор, расширить функционал конечного изделия. Рассмотрим все указанные «навигационные» опции более подробно.

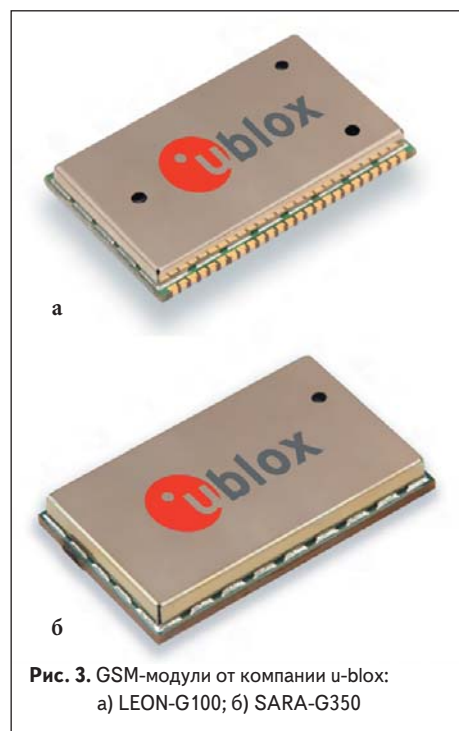


Рис. 3. GSM-модули от компании u-blox: а) LEON-G100; б) SARA-G350

Управление работой GPS/ГЛОНАСС-модуля u-blox через DDC-интерфейс

И модули беспроводной связи, и навигационные модули производства компании u-blox в обязательном порядке имеют DDC-интерфейс, задача которого обеспечить их взаимную коммуникацию. При такой коммуникации набор «фирменных» AT-команд позволяет проводить следующие манипуляции:

1. Включение/выключение GPS/ГЛОНАСС-модуля u-blox.

Данная операция легко выполняется посредством единственной AT-команды $AT+UGPS=<mode>[,<aid_mode>]$, где *mode* — состояние GPS/ГЛОНАСС-модуля: «1» — включен, «0» — выключен; *aid_mode* — (0–15) включение различных режимов A-GPS.

Включение навигационного модуля:

```
AT+UGPS=1,0
OK
```

Отключение:

```
AT+UGPS=0
```

OK

Проверка текущего состояния:

```
AT+UGPS?
+UGPS:1,0
OK
```

В данном примере отклик показывает, что модуль включен, и режимы A-GPS не используются.

2. Считывание данных в формате NMEA. Если GPS/ГЛОНАСС-модуль находится во включенном состоянии (см. выше), то при помощи AT-команд можно получать различные данные в формате NMEA.

Активация опции:

```
AT+UGRMC=1
OK
```

Выдача данных:

```
AT+UGRMC?
+UGRMC: 1,$GPRMC,105.146.00,A,5559.45769,N,
03713.00256,E,0.145,,110213,,D*70
OK
```

Информация о спутниках, использованных при вычислении позиции (сообщение \$GSA стандарта NMEA):

```
AT+UGGSA=1
OK
AT+UGGSA?
+UGGSA: 1,$GPGSA,A,3,17,32,01,31,23,04,13,,,,,
4.11,1.86,3.66*09
OK
```

Данные о широте и долготе (сообщение \$GLL стандарта NMEA):

```
AT+UGLL=1
OK
AT+UGLL?
+UGLL: 1,$GPGLL,5559.48214,N,03712.97293,E,115758
.00,A,D*65
OK
```

Возможно считывание и других данных NMEA по желанию. Полный перечень форматов данных приведен в фирменном описании AT-команд, используемых модулями u-blox (u-blox Wireless Modules. Data and Voice Modules. AT Commands Manual).

3. Использование AT-команд при конфигурировании GPS/ГЛОНАСС-модуля u-blox командами UBX-протокола.

UBX — «фирменный» бинарный протокол u-blox, позволяющий настраивать навигационный приемник под запросы конкретного потребителя. Например, это могут быть: настройка формата выдачи данных в протоколе NMEA; переключение в ГЛОНАСС- или GPS-режим работы; включение или отключение SBAS-коррекции и т. д. Список возможных опций весьма широк, полное описание протокола (u-blox 7 Receiver Description Including Protocol Specification V14) можно найти на сайте производителя.

Опция конфигурирования реализована одной AT-командой: **AT+UGUBX=<UBX String>**, где **<UBX String>** — команда UBX-протокола.

Ниже дан реальный пример использования UBX-протокола — переключение навигационного приемника в ГЛОНАСС-режим:

```
AT+UGUBX=B5 62 06 3E 24 00 00 00 10 04 00 04 FF 00 00
00 00 00 01 01 03 00 00 00 00 05 00 03 00 00 00 00 06
08 FF 00 01 00 00 00 9A 0D
```

A-GPS

Полное название данной опции — Assisted GPS (A-GPS), что можно перевести как «GPS с помощью». Перевод отражает суть этого режима

работы: помощь навигационному приемнику во время старта путем информации, поставляемой дополнительно. Стартом в спутниковой навигации принято считать время от момента подачи на приемник питающего напряжения до выдачи первого навигационного решения. В классическом варианте приемник получает всю необходимую информацию в ходе приема навигационного сообщения от спутниковой группировки. Среднее время «холодного старта» (приемник не имеет какой-либо начальной вспомогательной информации, условия приема сигнала благоприятные) составляет примерно 30 с. При сложных условиях приема, когда уровень сигнала очень низкий (различного рода экранировки и затенения, возникающие, например, при расположении приемника в помещении, городском «каньоне» и т. д.), время «холодного старта» значительно увеличивается. Иногда, в очень тяжелых условиях, приемник вообще не в состоянии определить позицию. Именно в таких случаях режим A-GPS имеет особую ценность. Главное — получение приемником вспомогательной информации по какому-либо каналу связи. Как уже было сказано выше, наиболее предпочтительный вариант — GSM.

Модули беспроводной связи LEON-G100 и SARA-G350 и LISA-U2series обеспечивают такой канал связи посредством нескольких AT-команд, используемых в зависимости от нужной разновидности режима A-GPS. u-blox выделяет пять таких разновидностей.

Automatic local aiding

Режим A-GPS, определяемый как автоматическая помощь при старте. В ходе своей штатной работы, при наличии связи с навигационным приемником, установленной командой **AT+UGPS**, модуль перед выключением запоминает последнюю определенную позицию и другие навигационные данные (эфемериды видимых спутников, альманах, время) и при повторном включении посылает данные об этой позиции в адрес GPS/ГЛОНАСС-приемника, облегчая тем самым процесс старта и сокращая время выдачи первого навигационного решения. В случае значительного промежутка между предыдущим и повторным стартами устройства, когда сохраненные данные теряют свою валидность, GSM-модуль u-blox выдает код национальной принадлежности GSM-сети для грубой оценки позиции. Режим активируется командой **AT+UGPS=1,1**. Больше никаких дополнительных действий не требуется.

AssistNow OffLine

Режим A-GPS, определяемый как старт с периодическим обращением к источнику вспомогательной информации. Источником служит бесплатный сервер компании u-blox с постоянно обновляемыми навигационными данными. Активировав данный режим, можно скачивать с указанного сервера альманах с различными сроками валидности, от 1 до 14 дней. В период валидности альманаха обращение к серверу u-blox не требуется, так как все данные сохраняются во flash-памяти модуля и при старте передаются навигационному приемнику через DDC-интерфейс. По истечении

срока валидности альманаха необходимо новое обращение к серверу u-blox:

```
AT+UGPS=1,2
OK
```

Значение «2» указывает на то, режим AssistNow OffLine активирован.

Исполнительная команда:

```
AT+UGAOF="http://alp.u-blox.com/
current_14d.alp",0,1,3
```

Для загрузки выбран альманах со сроком валидности 14 дней. Перед выполнением команд, предусматривающих обращение к серверу u-blox, необходимо осуществить активацию точки доступа командой по стандартному алгоритму с учетом данных для конкретного оператора.

AssistNow OnLine

Режим A-GPS, при котором модуль осуществляет коннект со специализированным сервером u-blox при каждом старте устройства. При коннекте с сервером скачивается необходимая для быстрого старта навигационная информация.

```
AT+UGPS=1,4
OK
```

Значение «4» указывает на то, что режим AssistNow OnLine активирован.

Исполнительная команда:

```
AT+UGAOP="eval1-les.services.u-blox.com",46434,1000,0
OK
```

Примечание: данные для исполнения команды показаны для примера (по состоянию на момент подготовки статьи) и могут не соответствовать действительным данным.

AssistNow Autonomous

Выполнение данной опции не требует обращения к внешним источникам информации. В ходе своей обычной работы навигационный модуль запоминает эфемериды всех спутников, которые он видит в процессе работы, и при повторном включении, используя свойство периодичности спутниковых орбит и данных о времени, определяет примерное расположение спутников, что способствует более быстрому старту.

Модуль может активировать данную опцию навигационного приемника командой **AT+UGPS**:

```
AT+UGPS=1,4
OK
```

Значение «8» указывает на то, что режим AssistNow Autonomous активирован.

Комбинирование режимов A-GPS

Возможно использование нескольких разновидностей режимов A-GPS одновременно. Достигается это простым суммированием цифровых обозначений команд в AT-команде **AT+UGPS**.

Активация режимов AssistNow OffLine и AssistNow OnLine:

AT+UGPS=1,6
OK

Активация всех разновидностей режимов A-GPS:

AT+UGPS=1,15
OK

Технология гибридного позиционирования

Спутниковая навигация — это широко распространенная, эффективная технология, но она не всегда работает, особенно в сложных для распространения сигнала условиях (городские «каньоны», помещения, крытые парковки, случайные или преднамеренные помехи).

Ситуацию можно улучшить путем дополнения данных, получаемых спутниковым навигационным приемником, информацией от станций мобильной связи, т. е. от GSM.

Такое дополнение будет полезным практически для любых навигационных приложений. Компания u-blox создала технологию гибридного позиционирования, которая основана на использовании «смеси» данных спутниковой навигации и данных, получаемых от GSM-станций мобильной связи. Эта технология получила название CellLocate.

При помощи CellLocate можно определить местоположение без использования навигационного приемника. Происходит это следующим образом. Модуль беспроводной связи получает данные всех GSM-станций, которые он «видит». Затем происходит получение данных с CellLocate-сервера компании u-blox, где имеется база данных, определенных ранее совершенно посторонними навигационными приемниками и «привязанных» к тем же самым станциям сотовой связи. База данных непрерывно пополняется за счет множества постоянно работающих приборов различных пользователей, что увеличивает точность определения координат. Алгоритм работы технологии CellLocate представлен на рис. 4.

Для любой точки местности существует определенная комбинация «видимых» станций. CellLocate позволяет «связать» полученную при помощи навигационного приемника позицию с данными о станциях мобильной связи, которые «видимы» с этой точки, передать эту информацию на CellLocate-сервер, грубо оценивающий позицию на основе информации от других приборов, которые определяли свое местоположение при помощи навигационного приемника при видимости тех же самых станций мобильной связи, и отослать свою оценку обратно на модуль. Данный сервис предоставляется бесплатно.

Широкое распространение сети мобильной связи стандарта GSM позволяет производить определение позиции при помощи технологии CellLocate практически везде и в любых условиях. Точность определения позиции зависит от «густоты» расположения базовых станций и «наполнения» базы данных на CellLocate-сервере. Система построена на принципе самообучения, обновление данных происходит постоянно при эксплуатации приборов с данной технологией. При использовании CellLocate сценарий «позиция не определена» практически исключен (рис. 4).

«ЭРА-ГЛОНАСС»

Создаваемая в России «Система экстренного реагирования при автомобильной аварии» (проект «ЭРА-ГЛОНАСС») предъявляет особые требования к модемам беспроводной связи бортовых автомобильных устройств. В частности, модуль беспроводной связи, «классический» GSM- или 3G-, обязательно должен иметь такую опцию, как in-band modem (передача данных по аудиоканалу одновременно с сеансом голосовой связи).

В настоящий момент все «классические» GSM-модули u-blox (LEON-G100, SARA-G350, рис. 3) и 3G-модули серии LISA-U2series (рис. 5) полностью адаптированы к работе в режиме in-band и готовы для использования в проекте «ЭРА-ГЛОНАСС». Еще раз необходимо подчеркнуть, что u-blox неукоснительно соблюдает принцип преемственности, поэтому все опции, описанные в данной статье для GSM-модулей, полностью актуальны и для 3G-моделей. Кроме того, возможно спроектировать печатную плату таким образом, что в одном устройстве будет возможно использование модемов двух видов в зависимости от требований потребителя. ■

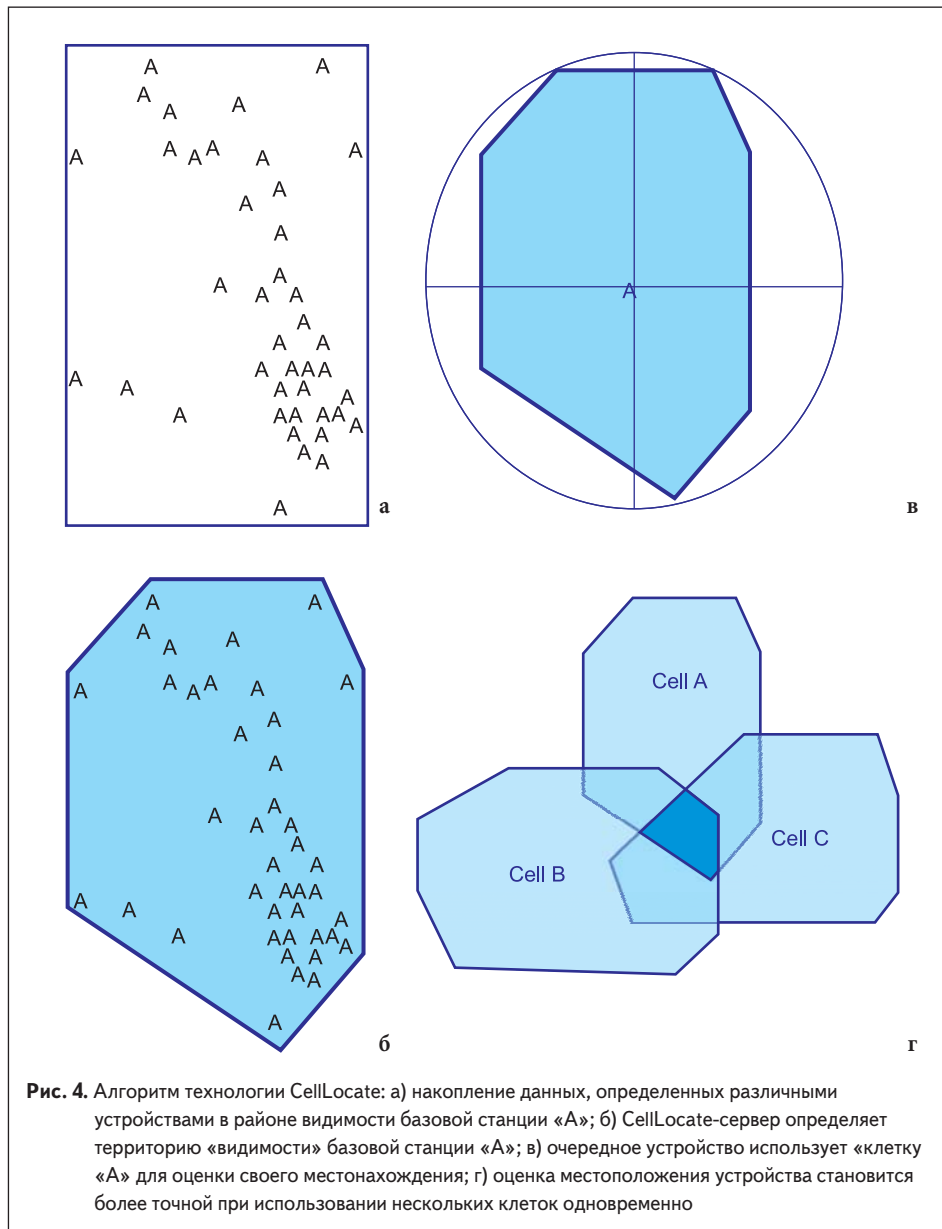


Рис. 4. Алгоритм технологии CellLocate: а) накопление данных, определенных различными устройствами в районе видимости базовой станции «А»; б) CellLocate-сервер определяет территорию «видимости» базовой станции «А»; в) очередное устройство использует «клетку» «А» для оценки своего местонахождения; г) оценка местоположения устройства становится более точной при использовании нескольких клеток одновременно



Рис. 5. 3G-модуль серии LISA-U2XX