

# Новый сигнал ГЛОНАСС – новые ВОЗМОЖНОСТИ

*Бакитько Рудольф Владимирович  
Поваляев Александр Александрович  
АО «Российские космические системы»*

## Разделение радиосигналов ГНСС

Вид разделения	Особенности	Достоинства	Нелостатки
Частотное	Каждый сигнал излучается на выделенной несущей частоте. Спектры сигналов частично перекрываются.	Повышенная помехоустойчивость к некоторым видам помех	Пониженная потенциальная точность измерений, особенно по фазе несущей.
Кодовое	Все сигналы излучаются на единой несущей частоте. Модулирующий код каждого сигнала свой, ортогональный другим. Спектры сигналов полностью перекрываются.	Потенциальная точность измерений ограничена только шириной спектра сигнала.	Худшая чувствительность к некоторым видам помех

## Возможность размещения в частотных диапазонах, выделенных ГЛОНАСС больше 24-х навигационных радиосигналов

- Для улучшения геометрического фактора, особенно в экваториальных областях необходимо увеличение количества НКА в орбитальной группировке ГЛОНАСС
- В выделенном для ГЛОНАСС частотном диапазоне размещается только 12 радиосигналов частотным разделением (литеры от -7 до +4). Таким образом, при двукратном использовании литерных частот в орбитальной группировке может быть только 24 НКА.
- Новые сигналы ГЛОНАСС с кодовым разделением позволяют разместить в том же диапазоне большее количество спутниковых сигналов. В ИКД сигналов ГЛОНАСС с кодовым разделением (<http://russianspacesystems.ru>) приведено описание дальномерных кодов, позволяющих размещать в орбитальной группировке ГЛОНАСС до 64-х НКА

## Повышение точности местоопределения

- При приёме сигналов с частотным разделением в НАП задержки оказываются различными. В некалиброванной НАП эти различия неизвестны и при обработке измерений псевдодальностей ухудшают точность оценок координат НАП
- При приёме сигналов с кодовым разделением задержки в НАП оказываются практически одинаковыми, так как частоты сигналов отличаются незначительно. Это приводит к одинаковому смещению измерений псевдодальностей. Обработка в некалиброванной НАП таких одинаково смещённых измерений псевдодальностей приводит к смещению на ту же величину оценки шкалы времени НАП и не приводит к искажениям оценок координат НАП.

## Упрощение методов калибровки НАП

- При калибровке НАП, работающей в двух диапазонах частот L1, L2, по сигналам с частотным разделением необходимо осуществлять как внутридиапазонную, так и междиапазонную калибровку.
- Задержки сигналов с кодовым разделением в каждом из диапазонов L1, L2 практически одинаковы. Поэтому внутридиапазонная калибровка НАП сигналов с кодовым разделением сигналов не требуется. Необходимо осуществлять только междиапазонную калибровку, т. е. определять различие групповых задержек сигналов с кодовым разделением в диапазонах L1, L2.

## Использование для передачи навигационного сообщения гибкой строковой структуры

- В сигналах с частотным разделением для передачи навигационного сообщения используется кадровая структура, состав и расположение информации в которой должны быть четко заданы на стадии проектирования системы и в дальнейшем изменены быть не могут.
- В сигналах с кодовым разделением передача навигационного сообщения осуществляется в виде гибкой последовательности строк различных типов. Каждый тип строки несет определенную информацию о эфемеридах, альманахе и т. д. Последовательность строк не является фиксированной и не оговаривается заранее в ИКД.
- Такая структура навигационного сообщения позволяет вводить в состав передаваемых строк новые типы, потребность в которых может возникнуть в будущем в процессе модернизации системы.

## **Передача индивидуальных временных поправок к шкале времени каждого навигационного сигнала для перехода к шкале времени системы**

- В сигналах с частотным разделением временная поправка для перехода на шкалу системы передаётся только для сигнала L1. Поправка для сигнала L2 передаётся относительно сигнала L1. Это делает сигнал L2 зависимым от L1.
- В сигналах с кодовым разделением временные поправки для перехода на шкалу системы передаются индивидуально для каждого сигнала L1, L2, L3. Это делает все сигналы равноправными и независимыми друг от друга. Выход из строя по каким-либо причинам одного из этих сигналов не приводит к нарушению работоспособности всех остальных сигналов

## Высокоточные измерения по фазе несущей частоты.

- При наличии высокоточных эфемерид КА становится реализуемым новый алгоритм обработки сигнала в абсолютном режиме работы по фазе несущей частоты, что невозможно при частотном разделении. Может быть достигнута точность измерения до 1см.
- Повышается эффективность относительных измерений расстояний при работе по фазе несущей частоты в динамическом режиме (RTK). По сравнению с сигналами с частотным разделением потенциальная точность измерений улучшается в несколько раз.



## Сигналы «Глонасс»

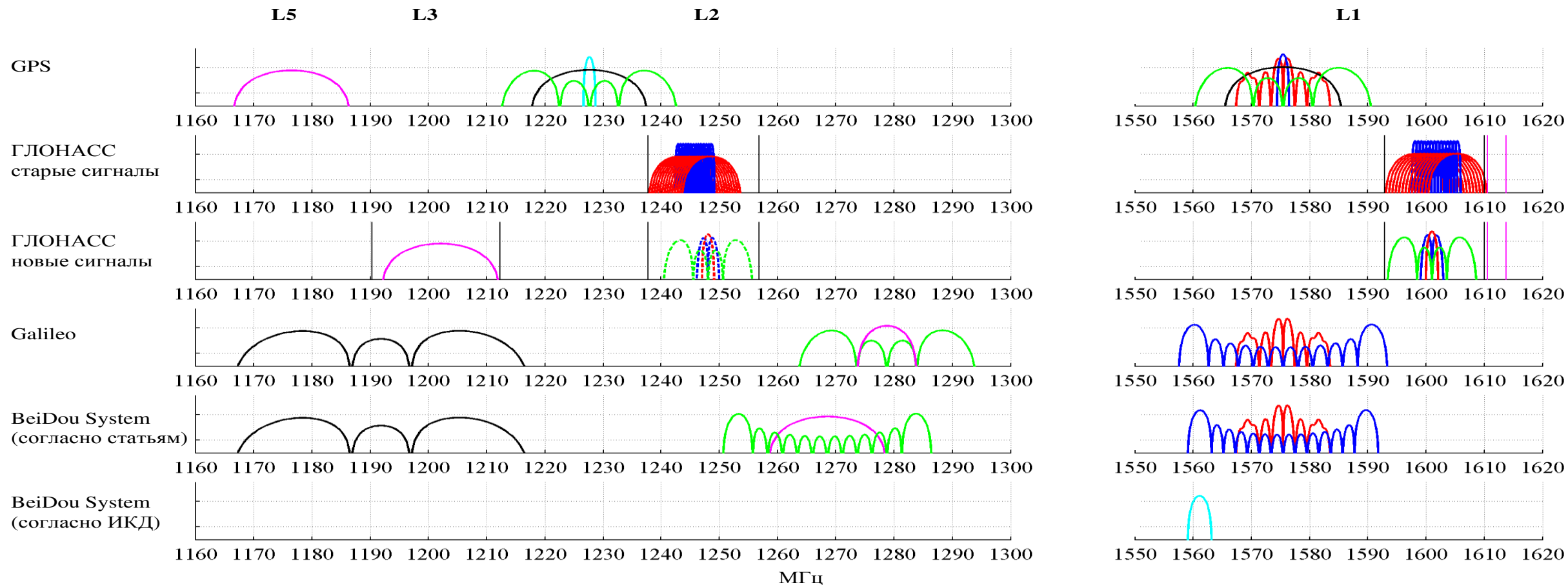
В настоящее время все навигационные космические аппараты (НКА) системы «Глонасс» излучают навигационные радиосигналы в диапазонах L1 и L2 с частотным разделением сигналов и кадровой структурой цифровой информации.

Два НКА «Глонасс-М» №755 и «Глонасс-К» №702 дополнительно излучают навигационный радиосигнал в диапазоне L3 с кодовым разделением сигналов и кадровой структурой цифровой информации.

До 2019г планируется ввести в состав группировки два НКА с полным набором навигационных радиосигналов: старые сигналы в диапазонах L1 и L2 и новые сигналы с кодовым разделением в диапазонах L1, L2 , L3.

Кроме этого, в ближайшие годы в составе группировки появятся НКА с неполным набором сигналов: старые сигналы в диапазонах L1 и L2 и новые сигналы с кодовым разделением в диапазонах L2 и L3.

# Спектры сигналов различных ГНСС в диапазонах L1, L2, L3, L5



- GPS:**
- L1C, MBOC(6,1,1/11)
  - P/Y, BPSK(10)
  - C/A, BPSK(1)
  - L2C, BPSK(1)
  - M, BOC(10,5)
  - L5, QPSK(10)

- ГЛОНАСС  
старые сигналы:**
- BT, BPSK(5)
  - CT, BPSK(0,5)

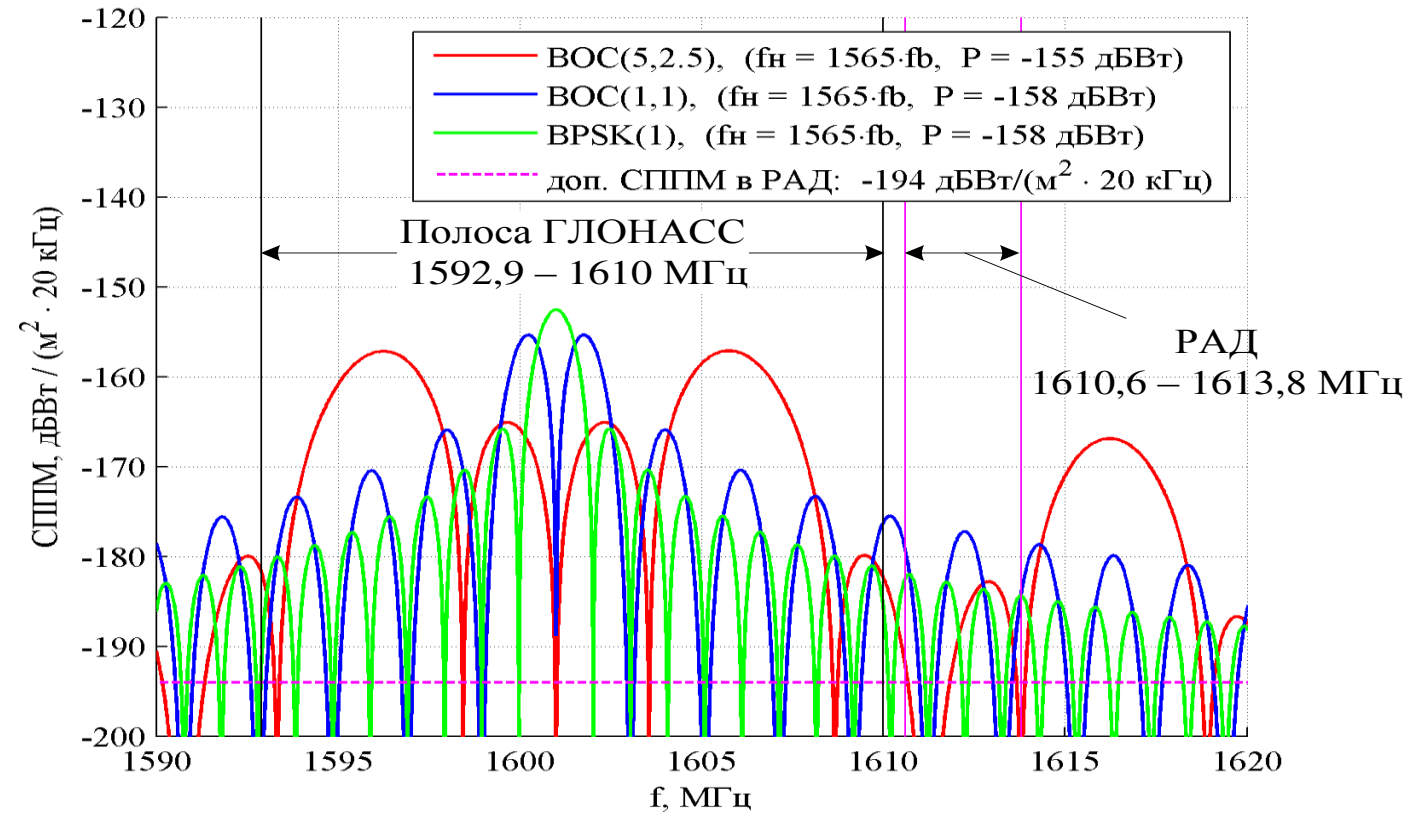
- ГЛОНАСС  
новые сигналы:**
- L1SC, BOC(5,2.5)
  - L1OCd, BPSK(1)
  - L1OCp, BOC(1,1)
  - L2SC, BOC(5,2.5)
  - L2 KСИ, BPSK(1)
  - L2OCp, BOC(1,1)
  - L3OC, QPSK(10)

- Galileo:**
- E1, CBOC
  - E1-A, BOC(15,2.5)
  - E6, BPSK(5)
  - E6-A, BOC(10,5)
  - E5, AltBOC(15,10)

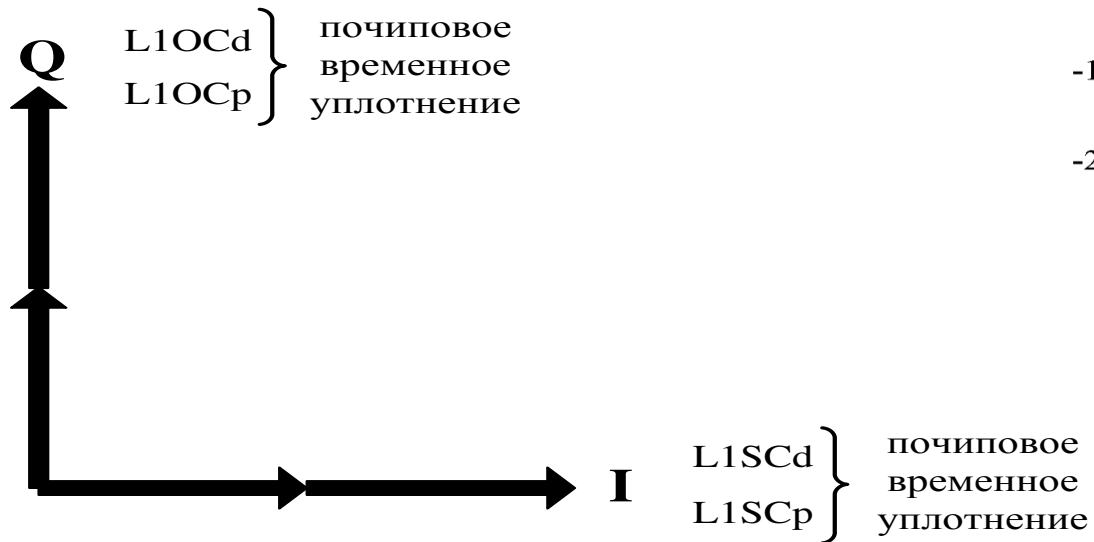
- BeiDou System (Compass):**
- B1-C, MBOC(6,1,1/11)
  - B1, BOC(14,2)
  - B1 (согласно ИКД), QPSK(2)
  - B3, QPSK(10)
  - B3-A, BOC(15,2.5)
  - B2, AltBOC(15,10)

# Сигналы ГЛОНАСС с кодовым разделением в диапазоне L1

Центральная частота	$1565 \cdot fb = 1600,995 \text{ МГц}$	
Компоненты	L1SC	L1OC
Информационная компонента (d)	BOC(5,2.5)	BPSK(1)
Пилот компонента (p)	BOC(5,2.5)	BOC(1,1)

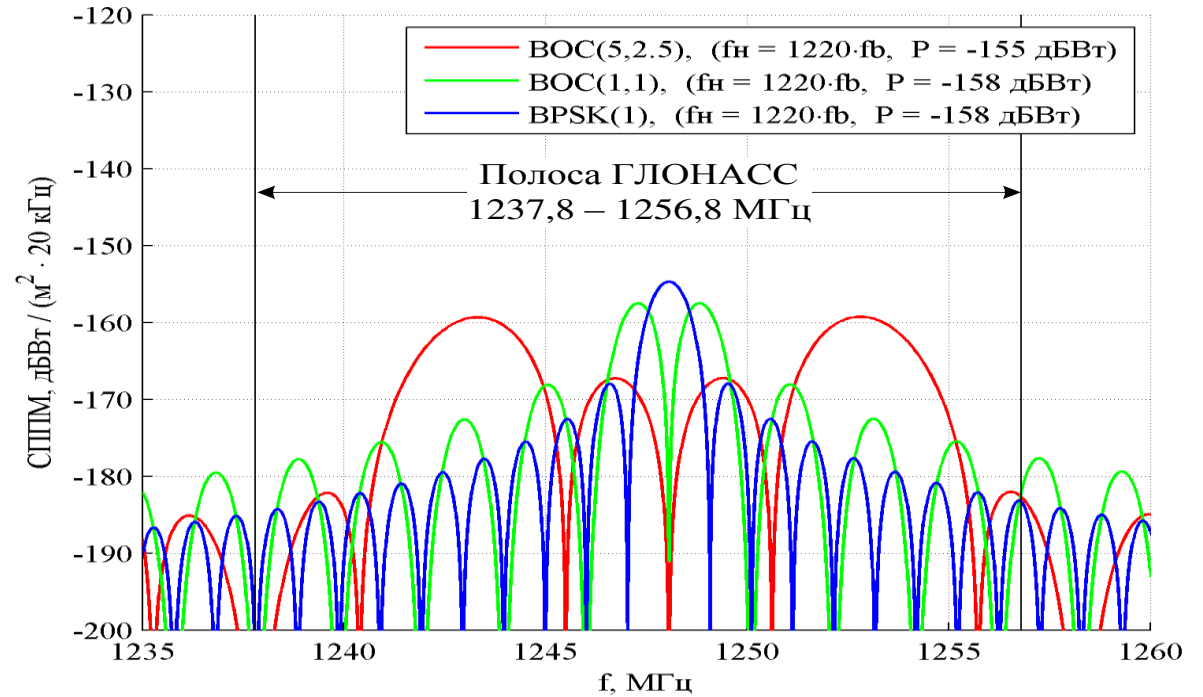
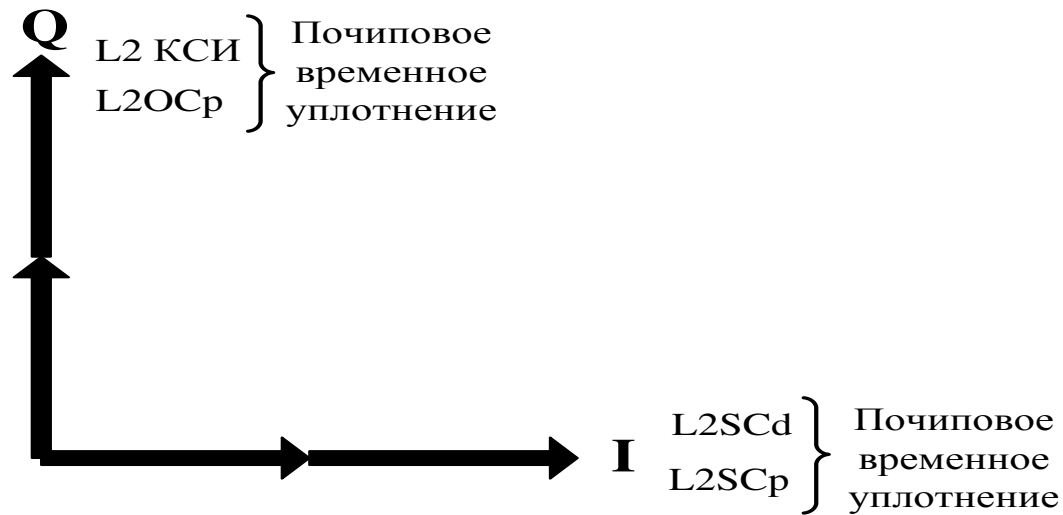


(<http://russianspacesystems.ru>)



# Сигналы ГЛОНАСС с кодовым разделением в диапазоне L2

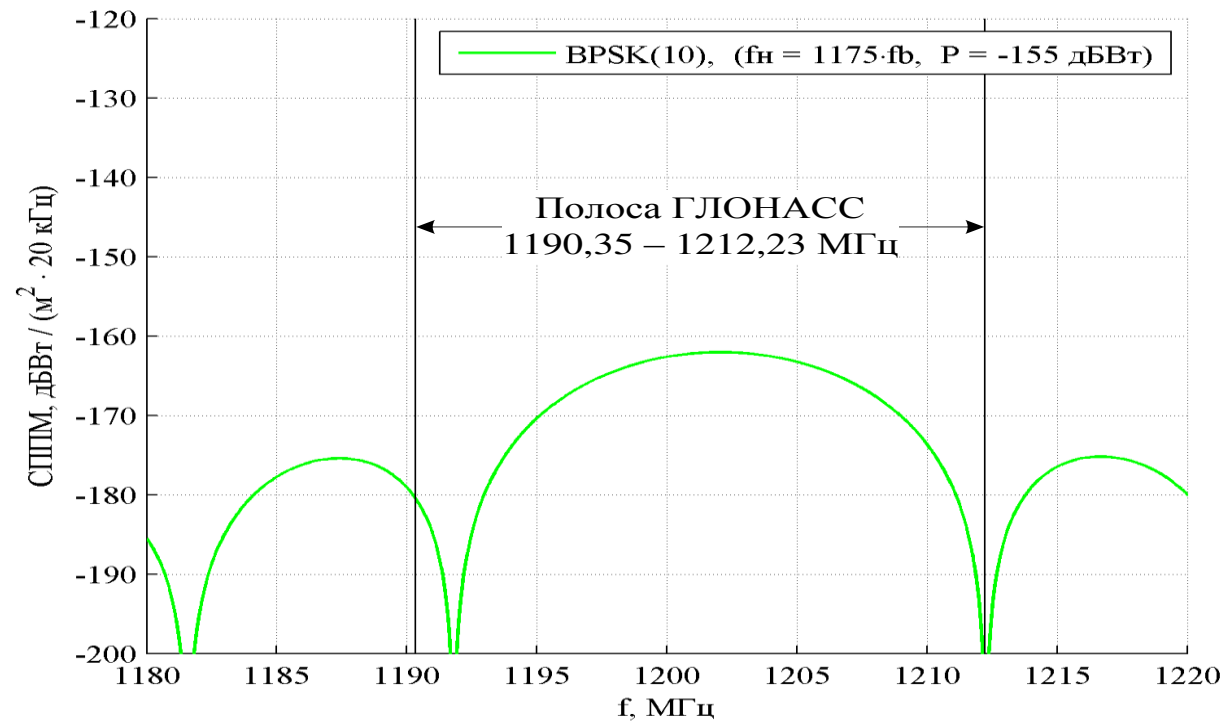
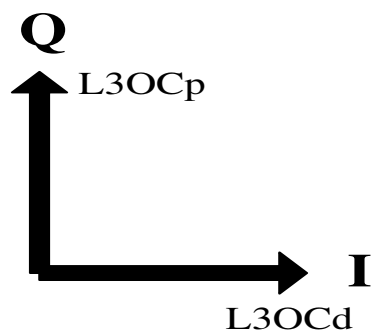
Центральная частота	$1220 \cdot f_b = 1248,06 \text{ МГц}$		
Компоненты	L2SC	L2OC	L2 КСИ
Информационная компонента (d)	BOC(5,2.5)	—	BPSK(1)
Пилот компонента (p)	BOC(5,2.5)	BOC(1,1)	—



<http://russianspacesystems.ru>

# Сигналы ГЛОНАСС с кодовым разделением в диапазоне L3

Центральная частота	$1175 \cdot f_b = 1202,025 \text{ МГц}$
Сигнал	L3OC
Информационная компонента (d)	BPSK(10)
Пилот компонента (p)	BPSK(10)



(<http://russianspacesystems.ru>)