

Кафедра 406

Реферат по дисциплине:

«Радиотелефонные и сотовые коммуникационные системы»

Тема: Спутниковая связь.

Выполнила: Новак О.А.  
группа 14-502  
Проверил: Скородумов А.И.

Москва 2011 г.

## Содержание.

1. История появления спутниковой связи	3-6
2. Многоканальное использование частот. Зоны покрытия	7
3. Частотные диапазоны	8-9
4. Модуляция и помехоустойчивое кодирование	10
5. Достоинства и недостатки спутниковой связи	11-13
6. Global Star	13-18
7. INMARSAT	18-20
8. Iridium	20-26

**Спутниковая связь** — один из радиосвязи, основанный на использовании искусственных спутников земли в качестве ретрансляторов. Спутниковая связь осуществляется между земными станциями, которые могут быть как стационарными, так и подвижными.

**Ретранслятор** — оборудование связи, которое соединяет два или более радиопередатчиков, удалённых друг от друга на большие расстояния.

**Спутник** - устройство связи, которое принимает сигналы от земной станции (ЗС), усиливает и транслирует в широкоэмитательном режиме одновременно на все ЗС, находящиеся в зоне видимости спутника.

Спутниковая связь является развитием традиционной радиорелейной связи путем вынесения ретранслятора на очень большую высоту (от сотен до десятков тысяч км). Так как зона его видимости в этом случае — почти половина Земного шара, то необходимость в цепочке ретрансляторов отпадает — в большинстве случаев достаточно и одного.

### **История появления спутниковой связи.**

В 1945 году в статье «Внеземные ретрансляторы» («Extra-terrestrial Relays»), опубликованной в октябрьском номере журнала «Wireless Words», английский учёный, писатель и изобретатель Артур Кларк предложил идею создания системы спутников связи на геостационарных орбитах, которые позволили бы организовать глобальную систему связи.

**Геостационарная орбита (ГСО)** — круговая орбита, расположенная над экватором Земли (0° широты), находясь на которой искусственный спутник обращается вокруг планеты с угловой скоростью, равной угловой скорости вращения Земли вокруг оси, и постоянно находится над одной и той же точкой на земной поверхности.

Впоследствии Кларк на вопрос, почему он не запатентовал изобретение (что было вполне возможно), отвечал, что не верил в возможность реализации подобной системы при своей жизни, а также считал, что подобная идея должна приносить пользу всему человечеству.

Первые исследования в области гражданской спутниковой связи в западных странах начали появляться во второй половине 50-х годов 20 века. В США толчком к ним послужили возросшие потребности в трансатлантической телефонной связи.





Почтовый конверт, посвященный 5-тилетию запуска первого спутника Земли

В 1957 в СССР был запущен первый искусственный спутник Земли с радиоаппаратурой на борту.



Воздушный шар «Эхо-1»

12 августа 1960 года специалистами США был выведен на орбиту высотой 1500 км надувной шар. Этот космический аппарат назывался «Эхо-1». Его металлизированная оболочка диаметром 30 м выполняла функции пассивного ретранслятора.



Инженеры работают над первым в мире коммерческим спутником связи Early Bird.

20 августа 1964 года 11 стран подписали соглашение о создании международной организации спутниковой связи Intelsat (International Telecommunications Satellite organization). Но СССР в их число не входил по политическим причинам. 6 апреля 1965 года в рамках этой программы был запущен первый коммерческий спутник связи Early Bird («ранняя пташка»), произведенный корпорацией COMSAT.

По сегодняшним меркам спутник Early Bird (*INTELSAT 1*) обладал более чем скромными возможностями: полосой пропускания 50 МГц. Он мог обеспечивать до 240 телефонных каналов связи. В каждый конкретный момент времени связь могла осуществляться между земной станцией в США и только одной из трёх земных станций в Европе (в Великобритании, Франции или Германии), которые были соединены между собой кабельными

линиями связи. В дальнейшем технология шагнула вперед, и спутник *INTELSAT IX* уже обладал полосой пропускания 3456 МГц.

В СССР долгое время спутниковая связь развивалась только в интересах Министерства обороны СССР. В силу большей закрытости космической программы развитие спутниковой связи в социалистических странах шло иначе, чем в западных странах. Развитие гражданской спутниковой связи началось соглашением между 9 странами социалистического блока о создании системы связи «Интерспутник», которое было подписано только в 1971 году.

### **Спутниковые ретрансляторы.**

В первые годы исследований использовались пассивные спутниковые ретрансляторы (примеры — спутники «Эхо» и «Эхо-2»), которые представляли собой простой отражатель радиосигнала (часто — металлическая или полимерная сфера с металлическим напылением), не несущий на борту какого-либо приёмопередающего оборудования. Такие спутники не получили распространения. Все современные спутники связи являются активными. Активные ретрансляторы оборудованы электронной аппаратурой для приема, обработки, усиления и ретрансляции сигнала. Спутниковые ретрансляторы могут быть *нерегенеративными* и *регенеративными*. Нерегенеративный спутник, приняв сигнал от одной земной станции, переносит его на другую частоту, усиливает и передает другой земной станции. Спутник может использовать несколько независимых каналов, осуществляющих эти операции, каждый из которых работает с определенной частью спектра (эти каналы обработки называются транспондерами).

Регенеративный спутник производит демодуляцию принятого сигнала и заново модулирует его. Благодаря этому исправление ошибок производится дважды: на спутнике и на принимающей земной станции. Недостаток этого метода — сложность (а значит, гораздо более высокая цена спутника), а также увеличенная задержка передачи сигнала.

### **Орбиты спутниковых ретрансляторов.**

Орбиты, на которых размещаются спутниковые ретрансляторы, подразделяют на три класса:

- экваториальные,
- наклонные,
- полярные.

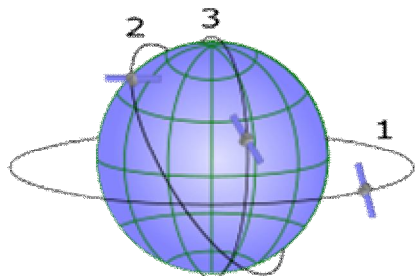
Важной разновидностью **экваториальной орбиты** является геостационарная орбита, на которой спутник вращается с угловой скоростью, равной угловой скорости Земли, в направлении, совпадающем с направлением вращения

Земли. Очевидным преимуществом геостационарной орбиты является то, что приемник в зоне обслуживания «видит» спутник постоянно. Однако геостационарная орбита одна, и все спутники вывести на неё невозможно. Другим её недостатком является большая высота, а значит, и большая цена вывода спутника на орбиту. Кроме того, спутник на геостационарной орбите не способен обслуживать земные станции в приполярной области.

**Наклонная орбита** позволяет решить эти проблемы, однако, из-за перемещения спутника относительно наземного наблюдателя необходимо запускать не меньше трех спутников на одну орбиту, чтобы обеспечить круглосуточный доступ к связи.

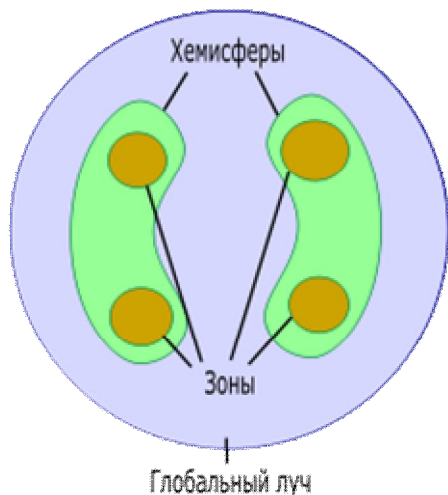
**Полярная орбита** — предельный случай наклонной (с наклоном  $90^\circ$ ).

При использовании наклонных орбит земные станции оборудуются системами слежения, осуществляющими наведение антенны на спутник. Станции, работающие со спутниками, находящимися на геостационарной орбите, как правило, также оборудуются такими системами, чтобы компенсировать отклонение от идеальной геостационарной орбиты. Исключение составляют небольшие антенны, используемые для приема спутникового телевидения: их диаграмма направленности достаточно широкая, поэтому они не чувствуют колебаний спутника возле идеальной точки.



Орбиты: 1 — экваториальная, 2 — наклонная, 3 — полярная

## Многokратное использование частот. Зоны покрытия.



Типичная карта покрытия спутника, находящегося на геостационарной орбите

Поскольку радиочастоты являются ограниченным ресурсом, необходимо обеспечить возможность использования одних и тех же частот разными земными станциями. Сделать это можно двумя способами:

- *пространственное разделение* — каждая антенна спутника принимает сигнал только с определенного района, при этом разные районы могут использовать одни и те же частоты,
- *поляризационное разделение* — различные антенны принимают и передают сигнал во взаимно перпендикулярных плоскостях поляризации, при этом одни и те же частоты могут применяться два раза (для каждой из плоскостей).

Типичная карта покрытия для спутника, находящегося на геостационарной орбите, включает следующие компоненты:

- *глобальный луч* — производит связь с земными станциями по всей зоне покрытия, ему выделены частоты, не пересекающиеся с другими лучами этого спутника.
- *лучи западной и восточной полусфер* — эти лучи поляризованы в плоскости А. Причем в западной и восточной полусферах используется один и тот же диапазон частот.
- *зонные лучи* — поляризованы в плоскости В (перпендикулярной А) и используют те же частоты, что и лучи полусфер. Таким образом, земная станция, расположенная в одной из зон, может использовать также лучи полусфер и глобальный луч.

При этом все частоты (за исключением зарезервированных за глобальным лучом) используются многократно: в западной и восточной полусферах и в каждой из зон.

## Частотные диапазоны



Антенна для приема спутникового телевидения (Ku-диапазон)



Спутниковая антенна для C-диапазона

Выбор частоты для передачи данных от земной станции к спутнику и от спутника к земной станции не является произвольным. От частоты зависит, например, поглощение радиоволн в атмосфере, а также необходимые размеры передающей и приемной антенн. Частоты, на которых происходит передача от земной станции к спутнику, отличаются от частот, используемых для передачи от спутника к земной станции (как правило, первые выше).

Частоты, используемые в спутниковой связи, разделяют на диапазоны, обозначаемые буквами. К сожалению, в различной литературе точные границы диапазонов могут не совпадать. Ориентировочные значения даны в рекомендации ITU-R V.431-6:



Название диапазона	Частоты (согласно ITU-R V.431-6)	Применение
L	1,5 ГГц	Подвижная спутниковая связь
S	2,5 ГГц	Подвижная спутниковая связь
C	4 ГГц, 6 ГГц	Фиксированная спутниковая связь
X	Для спутниковой связи рекомендациями ITU-R частоты не определены. Для приложений радиолокации указан диапазон 8-12 ГГц.	Фиксированная спутниковая связь (для военных целей)
Ku	11 ГГц, 12 ГГц, 14 ГГц	Фиксированная спутниковая связь, спутниковое вещание
K	20 ГГц	Фиксированная спутниковая связь, спутниковое вещание
Ka	30 ГГц	Фиксированная спутниковая связь, межспутниковая связь

Используются и более высокие частоты, но повышение их затруднено высоким поглощением радиоволн этих частот атмосферой. Ku-диапазон позволяет производить прием сравнительно небольшими антеннами. И поэтому используется в спутниковом телевидении (DVB), несмотря на то, что в этом диапазоне погодные условия оказывают существенное влияние на качество передачи.

Для передачи данных крупными пользователями (организациями) часто применяется C-диапазон. Это обеспечивает более высокое качество приема, но требует довольно больших размеров антенны.

### **Модуляция и помехоустойчивое кодирование.**

Особенностью спутниковых систем связи является необходимость работать в условиях сравнительно низкого отношения сигнал/шум, вызванного несколькими факторами:

- значительной удаленностью приемника от передатчика,
- ограниченной мощностью спутника (невозможностью вести передачу на большой мощности).

В связи с этим спутниковая связь плохо подходит для передачи аналоговых сигналов. Поэтому для передачи речи её предварительно оцифровывают, используя, например, импульсно-кодую модуляцию (ИКМ).

Для передачи цифровых данных по спутниковому каналу связи они должны быть сначала преобразованы в радиосигнал, занимающий определенный частотный диапазон. Для этого применяется модуляция (цифровая модуляция называется также *манипуляцией*). Наиболее распространенными видами цифровой модуляции для приложений спутниковой связи являются фазовая и квадратурная амплитудная.

Модуляция производится на земной станции. Модулированный сигнал усиливается, переносится на нужную частоту и поступает на передающую антенну. Спутник принимает сигнал, усиливает, иногда регенерирует, переносит на другую частоту и с помощью определённой передающей антенны транслирует на землю.

Из-за низкой мощности сигнала возникает необходимость в системах исправления ошибок. Для этого применяются различные схемы помехоустойчивого кодирования, чаще всего различные варианты свёрточных кодов (иногда в сочетании с кодами Рида-Соломона), а также турбо-коды и LDPC-коды.

**Свёрточный код** — это корректирующий ошибки код, в котором

а) на каждом такте работы кодера  $k$  символов входной полубесконечной последовательности преобразуются в  $n > k$  символов выходной, и

б) в преобразовании также участвуют  $m$  предыдущих символов;

в) выполняется свойство линейности (если двум кодируемым последовательностям  $X$  и  $Y$  соответствуют кодовые последовательности  $X$  и  $Y$ , то кодируемой последовательности  $aX + bY$  соответствует  $aX + bY$ ).

**Коды Рида — Соломона** — недвоичные циклические коды, позволяющие исправлять ошибки в блоках данных. Элементами кодового вектора являются не биты, а группы битов (блоки). Очень распространены коды Рида — Соломона, работающие с байтами (октетами).

**Турбокод** — параллельный каскадный блочный систематический код, способный исправлять ошибки, возникающие при передаче цифровой информации по каналу связи с шумами.

**Код с малой плотностью проверок на чётность** (LDPC-код от англ. Low-density parity-check code, LDPC-code, низкоплотностный код) — используемый в передаче информации код, частный случай блочного линейного кода с проверкой чётности. Особенностью является малая плотность значимых элементов проверочной матрицы, за счёт чего достигается относительная простота реализации средств кодирования.

## **Достоинства спутниковой связи.**

Основное достоинство **спутниковой связи** - возможность вести телефонные переговоры в любой точке мира, тогда как владельцы сотовых телефонов могут разговаривать только на территории покрытия станциями сотовой сети.

Все сети спутниковой связи предоставляют возможность надежной качественной телефонии. Различия между ними состоят в:

- наборе дополнительных услуг, предлагаемых абоненту (факс, телекс, доступ в Интернет);
- области покрытия (некоторые системы не работают на территории Южного и Северного полюсов);
- и, конечно, в стоимости телефонных аппаратов и услуг связи.

## **Недостатки спутниковой связи.**

### **Слабая помехоустойчивость.**

Огромные расстояния между земными станциями и спутником являются причиной того, что отношение сигнал/шум на приемнике очень невелико (гораздо меньше, чем для большинства радиорелейных линий связи). Для того, чтобы в этих условиях обеспечить приемлемую вероятность ошибки, приходится использовать большие антенны, малошумящие элементы и сложные помехоустойчивые коды. Особенно остро эта проблема стоит в системах подвижной связи, так как в них есть ограничение на размер антенны и, как правило, на мощность передатчика.

### **Влияние атмосферы.**

На качество спутниковой связи оказывают сильное влияние эффекты в тропосфере и ионосфере.

### **Поглощение в тропосфере.**

Поглощение сигнала атмосферой находится в зависимости от его частоты. Максимумы поглощения приходятся на 22,3 ГГц (резонанс водяных паров) и 60 ГГц (резонанс кислорода). В целом, поглощение существенно сказывается на распространении сигналов с частотой выше 10 ГГц (то есть, начиная с Ку-диапазона). Кроме поглощения, при распространении радиоволн в атмосфере присутствует эффект замирания, причиной которому является разница в коэффициентах преломления различных слоев атмосферы.

### **Ионосферный эффекты.**

Эффекты в ионосфере обусловлены флуктуациями распределения свободных электронов.

**Флуктуация** (от лат. fluctuatio — колебание) — термин, характеризующий любое колебание или любое периодическое изменение. В квантовой механике — случайные отклонения от среднего значения физических величин, характеризующих систему из большого числа частиц; вызываются тепловым движением частиц или квантовомеханическими эффектами.

К ионосферным эффектам, влияющим на распространение радиоволн, относят *мерцание, поглощение, задержку распространения, дисперсию, изменение частоты, вращение плоскости поляризации*. Все эти эффекты ослабляются с увеличением частоты. Для сигналов с частотами, большими 10 ГГц, их влияние невелико.

Эффект	100 МГц	300 МГц	1 ГГц	3 ГГц	10 ГГц
<b>Вращение плоскости поляризации</b>	30 оборотов	3,3 оборота	108°	12°	1,1°
<b>Дополнительная задержка сигнала</b>	25 мс	2,8 мс	0,25 мс	28 нс	2,5 нс
<b>Поглощение в ионосфере (на полюсе)</b>	5 дБ	1,1 дБ	0,05 дБ	0,006 дБ	0,0005 дБ
<b>Поглощение в ионосфере (в средних широтах)</b>	<1 дБ	0,1 дБ	<0,01 дБ	<0,001 дБ	<0,0001 дБ

Сигналы с относительно низкой частотой (L-диапазон и частично С-диапазон) страдают от *ионосферного мерцания*, возникающего из-за неоднородностей в ионосфере. Результатом этого мерцания является постоянно меняющаяся мощность сигнала.

### **Задержка распространения сигнала.**

Проблема задержки распространения сигнала так или иначе затрагивает все спутниковые системы связи. Наибольшей задержкой обладают системы, использующие спутниковый ретранслятор на геостационарной орбите. В этом случае задержка, обусловленная конечностью скорости распространения радиоволн, составляет примерно 250 мс, а с учетом мультиплексирования, коммутации и задержек обработки сигнала общая задержка может составлять до 400 мс.

Задержка распространения наиболее нежелательна в приложениях реального времени, например, в телефонной связи. При этом, если время распространения сигнала по спутниковому каналу связи составляет 250 мс, разница во времени между репликами абонентов не может быть меньше 500 мс.

В некоторых системах (например, в системах VSAT, использующих топологию «звезда») сигнал дважды передается через спутниковый канал

связи (от терминала к центральному узлу, и от центрального узла к другому терминалу). В этом случае общая задержка удваивается.

Влияние солнечной интерференции.

При приближении Солнца к оси спутника - наземная станция радиосигнал, принимаемый со спутника наземной станцией, искажается в результате интерференции.

## *Global Star*

Проект «Глобалстар» был запущен в 1991 году как совместное предприятие корпораций Loral и Qualcomm.

24 марта 1994 года два спонсора объявили о формировании ТОО «Глобалстар», созданном в США, с финансовым участием восьми других компаний, в том числе Alcatel, Air Touch, Deutsche Aerospace, Hyundai и Vodafone. В то время, компания предполагала, что система начнет функционировать в 1998 году, благодаря инвестициям в размере 1,8 млрд долларов.

«Глобалстар» получила разрешение от Федеральной комиссии связи на распределение спектра в США в январе 1995 года, и продолжала переговоры с рядом других суверенных государств для получения права на использование тех же радио частот в своих странах.

Первые спутники были запущены в феврале 1998 года. Но развитие системы было отложено из-за одного неудачного запуска в сентябре 1998 года, что привело к потере 12 спутников, запущенных Российским космическим агентством. В феврале 2000 года оно вывело на орбиту последние 52 спутника — 48 спутников и четыре запасных части (сокращение от первоначального плана из восьми запчастей).

В октябре 1999 года система начала испытания «дружественного пользователя» с 44 из 48 запланированных спутников. В декабре 1999 года система начала ограниченную коммерческую эксплуатацию для 200 пользователей со всеми 48 спутниками (без запасных частей на орбите). В феврале 2000 года началась коммерческая эксплуатация 48 спутников и 4 запасных частей в Северной Америке, Европе и Бразилии. Первоначальная цена была \$ 1.79/минута.

15 февраля 2002 года, предшественник компании Глобалстар и три его дочерние компании подали добровольные ходатайства в соответствии с

главой 11 Кодекса США о банкротстве.

В 2004 году реструктуризация старого «Глобалстар» была завершена. Первый этап реструктуризации был завершен 5 декабря 2003 года, когда ООО «Thermo Capital Partners» получило контроль над бизнесом, а также определенные права собственности и рисков. ООО «Thermo Capital Partners» стало основным владельцем.

ООО «Глобалстар» было образовано в штате Делавэр в ноябре 2003 года, и был переименован в «Globalstar Inc» 17 марта 2006 года. В 2007 «Глобалстар» запустил восемь дополнительных запасных спутников первого поколения в космос.

### **Товары и услуги.**

Имея более чем 315 000 абонентов (по данным на июнь 2008 г.), «Глобалстар» является крупнейшим в мире поставщиком мобильной спутниковой связи и передачи данных. «Глобалстар» предлагает свои услуги для рекламных и развлекательных пользователей в более чем 120 странах по всему миру. Продукты компании включают мобильные и фиксированные спутниковые телефоны, модемы спутниковых данных симплекса и дуплекса и пакеты спутникового эфирного времени.

В конце 2007 года дочерняя компания ООО «Globalstar SPOT» запустила портативный обмен спутниковыми сообщениями и отслеживание личных устройств безопасности, известное как «SPOT Satellite Messenger». Многие из наземных и морских отраслей используют различные товары и услуги «Глобалстар» в отдаленных районах за пределами досягаемости сотовой и фиксированной телефонной связи.

Глобальные потребительские сегменты включают в себя: нефть и газ, правительство, горнодобывающая промышленность, лесное хозяйство, промышленное рыболовство, коммунальные услуги, военные услуги, транспорт, тяжелая артиллерия, готовность к чрезвычайным ситуациям, и непрерывности бизнеса, а также отдельные развлекательные услуги.

Разработка данных «Глобалстар» используются для различных активов и ведение личных данных, мониторингов и «диспетчерского управления и сбора данных» или SCADA приложений.

### **Структура системы.**

Спутники «Глобалстар» являются ретрансляторами с прямой ретрансляцией «bend pipe». Сеть наземных шлюзовых станций обеспечивает возможность подключения от 40 спутников к коммутируемой телефонной сети общего пользования и Интернету; пользователю присваивается номера телефонов в соответствии с Североамериканским планом нумерации или соответствующим для страны



планом телефонной нумерации, в которой есть роуминг, за исключением Бразилии, где используется официальный международный телефонный код «Глобалстар» (+8818).

В связи с отсутствием межспутниковой связи, спутники должны иметь выход к станции в целях предоставления услуг для всех пользователей, которых она может распознать. Использование сети наземных шлюзов предоставляет клиентам локализованные региональные телефонные номера для мобильных телефонов спутниковой связи. Но если нет станций приема сигнала в некоторых удаленных районах (таких как районы южной части Тихого океана и полярных регионов), сервис не может быть предоставлен в этих районах, даже если спутники летают над ними.

Система «Глобалстар» использует радиointерфейс Qualcomm CDMA, однако, Ericsson и Telit. Телефоны принимают стандарт GSM SIM-карт, в то время как Qualcomm GSP-1600/1700 телефоны не имеют SIM-карты, но используют алгоритм проверки подлинности основанный на CDMA/IS-41. Поэтому шлюзам Глобалстар необходимо поддерживать CDMA/IS-41 и GSM стандарты, что не все шлюзы делают. Это приводит к недостаточному охвату услугами GSM мобильных аппаратов, расположенных в Восточной Азии и Карибском бассейне, как показано на карте покрытия.

Большинство провайдеров «Глобалстар» имеют роуминговые соглашения с местными операторами сотовой связи, что позволяет использовать сотовые карты SIM в телефонах и наоборот.

### **Спутники.**

«Глобалстар» орбиты имеют наклонение 52 градуса. Таким образом, «Глобалстар» не распространяется на полярные районы. Высота орбиты «Глобалстар» около 1400 км, хотя время задержки все еще относительно низкое (около 60 мс.). Она также не распространяется на территории суб-Сахары Африка, небольшой части Азии, особенно в Китае.

Спутники «Глобалстар» имеют две антенны, установленные на корпусе, повернутые к Земле. Первое поколение «Глобалстар» весят около 550 кг, однако, спутники второго поколения Глобалстар будут иметь более значительную массу.

В 2005 году, некоторые из спутников стали доходить до предела их срока эксплуатации — 7,5 лет. В декабре 2005 года «Глобалстар» начал перемещать некоторые из его спутников на орбиту захоронения выше околоземной орбиты. (англ.)

### **Проблемы спутников.**

Согласно документам, представленными SEC 30 января 2007 года,

Глобалстар ранее выявлял проблемы с его усилителями S-диапазона, используемые на спутниках для двусторонней связи. Эти проблемы случались гораздо чаще, чем ожидалось, и, возможно, в итоге приведет к снижению уровня двусторонней голосовой связи и обслуживания двусторонней передачи, данных в 2008 году. Симплекс компании услуги передачи данных использовался для отслеживания активов продукции, так как система спутникового оповещения SPOT не имела влияния на проблему спутника в S-диапазоне, о котором упоминалось выше. «Глобалстар» вывел на орбиту восемь запасных спутников земли в 2007 году, чтобы уменьшить влияние этой проблемы.

В архиве Глобалстар сделаны следующие записи:

«Опираясь на данные недавно собранных со спутника операций, компания пришла к выводу, что деградация усилителя сейчас происходит намного быстрее, чем на ранее проведенных испытаниях и быстрее, чем ранее ожидалось в компании».

"Основываясь на своем последнем анализе, компания в настоящее время считает, что, если деградации антенных усилителей будет продолжаться в таком же темпе или будет более быстрое, и если компании не примет дополнительные технические решения, качество двухсторонних услуг связи будет снижаться, и через некоторое время в 2008 году практически все компании, имеющие в настоящее время на орбите спутники, не будут иметь возможность двусторонней услуги связи".

Аналитики предполагают, что проблема вызвана облучением спутников, которые они получают, когда проходят через Бразильская магнитная аномалии на высоте орбиты в 876 миль (1414 км).

«Ухудшение усилителя S-антенны отрицательно не влияет на односторонние услуги передачи данных „Simplex“, в которых используются только L-диапазон исходящий от абонента терминала „Simplex“ до спутника.»

«Компания работает по планам, таким как разработка новых товаров и услуг, программ ценообразования, а также изучение возможности ускорения закупок и запуска второго поколения спутников, что позволит уменьшить влияние возникших проблем на клиентов. Компания сможет прогнозировать срок службы покрытия в любом конкретном месте в зоне обслуживания, а также намерена сделать эту информацию доступной бесплатно для поставщиков услуг, включая дочерние компании, так что они могут работать со своими абонентами минимизируя ухудшение качества обслуживания в соответствующих регионах страны. Компания также разрабатывает свой бизнес-план в свете этих событий.»

«Ликвидность компании остается сильной. По состоянию на 31 декабря



2006 года, в дополнение к его кредитному соглашению, Компания имела неограниченные наличные средства и неиспользованные суммы по безотзывному резервному соглашению покупки акций с компанией-инвестором „Thermo“ на сумму около \$ 195 миллионов.»

### **Промежуточные решения Global Star.**

В 2007 году «Глобалстар» запустил восемь запасных спутников для своих уже существующих созвездий для того, чтобы сократить пробелы в двусторонней голосовой связи и передачи данных пока спутники второго поколения не станут доступны (первоначальный запуск запланирован во второй половине 2009 года). До этого Глобалстар будет продолжать предоставления услуг существующими спутниками.

До поступления нового второго поколения спутниковой группировки Globalstar в эксплуатацию, «Глобалстар» предлагает свои Оптимально доступные спутниковые инструменты на своем веб-сайте, благодаря которым абоненты могут узнавать, когда один или более спутников будет над ними, где бы они, абоненты, не находились.

Летом 2007 года постоянные пользователи услугами ООО «Глобалстар» сообщили о неудобствах в использовании телефонов, связанные с тем, что время разговора ограничивается 1-2 минутами, а также тем, что часто бывает прерывание разговора. Кроме того, журнал о рыбалке (Big Game Fishing Journal), опубликовал в июльском номере 2007 года статью о скудном обслуживании «Глобалстар».

### **Спутники второго поколения Global Star.**

В декабре 2006 года, Глобалстар объявила, что компания «Alcatel Alenia Space», сейчас «Thales Alenia Space», в штаб-квартире в Каннах получила контракт в € 661 млн на 48 спутников второго поколения.

Спутники разрабатываются с ожидаемым сроком эксплуатации в 15 лет, что значительно превышает срок эксплуатации первого поколения созвездий Глобалстар.

Кроме того, 3 апреля 2007 ООО «Глобалстар» объявило, что оно подписало € 9 млн соглашение с компанией «Thales Alenia Space» для обновления спутников «Глобалстар», включая необходимые аппаратные и программные обновления спутниковых систем управления сетью Глобалстар.

В августе 2008 года «Thales Alenia Space» на своем заводе в Риме начал производство, монтаж, интеграцию и тестирование модели полета второго поколения, запуск которого ожидался уже в 3 квартале 2009 года.

В июле 2009 года, «Globalstar Inc» объявил, что он получил полное

финансирование для спутниковой группировки второго поколения и подписал поправки к первоначальному контракту, указав скорректированы условия для производства и новый график поставки спутников.

Первые шесть спутников второго поколения были выведены на орбиту 19 октября 2010 года, используя космическую станцию «Союз» запущенную с Космодрома «Байконур» в Казахстане. Ожидается, что спутники второго поколения обеспечат «Глобалстар» клиентами голосовой спутниковой связи и передачи данных по крайней мере до 2025 года.

## **INMARSAT**

**INMARSAT (Инмарсат)** — международная компания спутниковой связи, основанная в 1979 году, первоначально как межгосударственная организация. Компания управляет группой из одиннадцати геосинхронных телекоммуникационных спутников. Акции компании торгуются на лондонской бирже (ISAT).

Предоставляемые услуги включают в себя как обычную телефонную связь, так и передачу данных, а также передачу сигналов бедствия. Связь осуществляется с помощью специальных цифровых радиопередатчиков, называемых терминалами. Сигнал передаётся на один из спутников и затем ретранслируется на наземную станцию. Таким образом обеспечивается надёжная связь в отдалённых районах.

### **Спутниковая группировка**

Спутниковая группировка включает в себя 11 спутников. В настоящее время основная часть потока данных обрабатывается спутниками третьего поколения (5 спутников), запущенными в 1996—1998 годах. Они постепенно заменяются спутниками четвёртого поколения; запущено четыре спутника (Inmarsat-4), два в 2005 году и один в 2008 году, и четвёртый в 2009.

### **Телефонные коды**

Инмарсат принадлежат следующие телефонные коды:

- **+870** — SNAC (Общий код доступа к сети)
- **+871** — Атлантический Океан, восток (AOR-E)
- **+872** — Тихоокеанский регион (POR)
- **+873** — Индийский Океан (IOR)
- **+874** — Атлантический Океан, запад (AOR-W)

Телефонный код +870 — общий, он используется, когда неизвестно через какой спутник производятся звонки. Однако SNAC не поддерживает

звонки на терминалы Inmarsat-A.

Остальные четыре кода принадлежат регионам, обслуживаемым конкретными спутниками, как правило, по одному спутнику на каждый, их обычно называют «океаническими регионами».

## Сети

Инмарсат развивался как набор сетей, предоставляющих различные услуги (большинство сетей предоставляют сразу несколько услуг). В настоящий момент существуют следующие сети:

- **Inmarsat-A** (упраздняется с 31 декабря 2007 г.)
- **Inmarsat-Aero**
- **Inmarsat-B**
- **Inmarsat-C**: Используется Международной Морской Организацией и обязателен к установке на всех океанских судах.
- **Inmarsat-M**: Предоставляет голосовые сервисы на скорости 4,8 Кбит/с и сервис по передаче факсов и данных на скорости 2,4 Кбит/с. Является предшественником Inmarsat Mini-M.
- **Inmarsat-Mini-M**: Предоставляет голосовые сервисы на скорости 4,8 Кбит/с и сервис по передаче факсов и данных на скорости 2,4 Кбит/с.
- **Inmarsat-M4**
- **Inmarsat-Fleet**
- **Inmarsat-D/D+**
- **Inmarsat-E** (с 1.12.2006 сеть прекратила свою работу)
- **Inmarsat-RBGAN**
- **Inmarsat-BGAN**: Широкополосная Глобальная Сеть (англ. *Broadband Global Area Network*) предоставляет услуги новых спутников четвёртого поколения (I-4), предлагающих разделяемый пакетный IP-канал со скоростью доступа до 492 Кбит/с (скорость может быть различной, в зависимости от модели терминала) или потоковый IP-канал со скоростью от 32 до 256 Кбит/с (также зависит от модели терминала). Некоторые терминалы также предоставляют услуги мобильного ISDN со скоростью 64 Кбит/с или, даже, низкоскоростной (4,8 Кбит/с) голосовой сервис. В настоящее время, BGAN-сервис доступен в Индийском Океанском Регионе (IOR) и Атлантическом Океанском Регионе (AOR). Запуск сервиса в Тихоокеанском Регионе (POR) запланирован на 2007 год.
- **Inmarsat-IsatPhone**

## Провайдеры услуг

На территории Российской Федерации услуги Инмарсат предоставляет ФГУП «Морсвязьспутник».

### *Iridium*

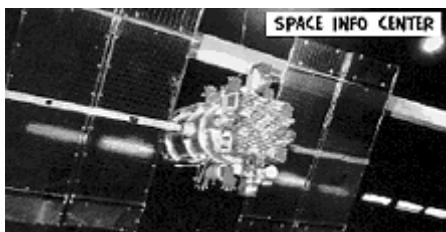
«Иридиум» (от англ. *Iridium*, от лат. *Iridium* — иридий) — всемирный оператор спутниковой телефонной связи. Покрытие составляет 100 % поверхности Земли, включая оба полюса. Одноимённая орбитальная группировка насчитывает 66 спутников, расположенных на орбитах с наклоном 86,5° и высотой 780 км.

Свое название система получила в связи с тем, что первоначально планировалось создать группировку из 77 спутников. Это число равно атомному номеру иридия.

Акции корпорации Iridium Communications Inc., образованной в результате слияния GHL Aquisition Corp и Iridium Holdings LLC в сентябре 2009 года, торгуются на бирже NASDAQ. На конец 2009 года сеть Iridium насчитывала около 400 000 абонентов, в число которых вошли сотрудники крупных мировых корпораций, работающих в сфере добычи полезных ископаемых, морского, наземного и воздушного транспорта, строительства, туризма, других отраслях и службах спасения и экстренной помощи. Одним из крупнейших пользователей сети также является правительство США.

Коммерческие продукты и сервисы Iridium приносят порядка 80 % выручки компании и предоставляются в более чем 100 странах дистрибьюторской сетью, в которую входит более 60 поставщиков услуг, 130 авторизованных реселлеров и 45 производителей оборудования и ПО. Iridium Communications производит и продает различные устройства для голосовой связи и высокоскоростной передачи данных в сети Iridium, включая флагманские модели спутниковых телефонов Iridium 9505A и Iridium 9555, модемы Iridium 9522A и Iridium 9522B и устройства автоматического обмена данными (M2M) Iridium 9601 и Iridium 9602. Также в 2008 году компания объявила о начале коммерческой эксплуатации и продаж терминалов системы Iridium OpenPort, обеспечивающей высокоскоростную передачу данных и полноценную телефонную связь для морского транспорта".

## ГЛОНАСС



Спутник системы ГЛОНАСС

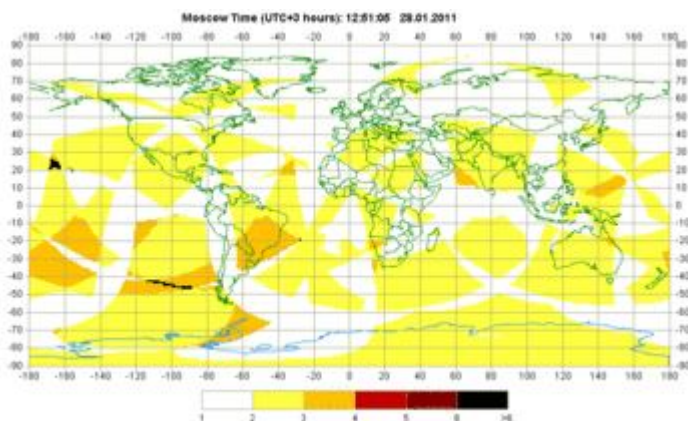


Глонасс-М

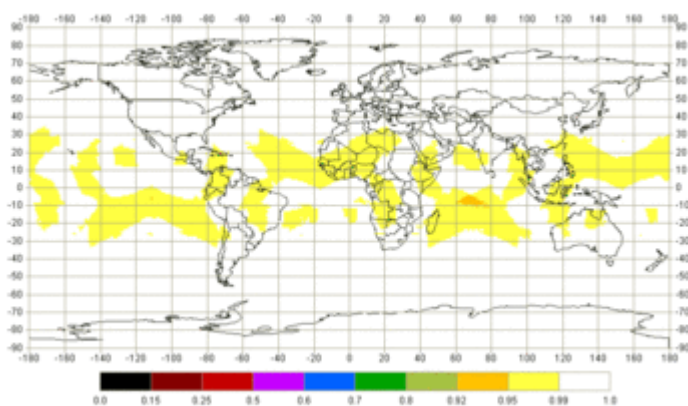
**ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система (ГЛОНАСС)** — советская и российская спутниковая система навигации, разработана по заказу Министерства обороны СССР. Одна из двух функционирующих на сегодня систем глобальной спутниковой навигации. Основой системы должны являться 24 спутника, движущихся над поверхностью Земли в трёх орбитальных плоскостях с наклоном орбитальных плоскостей  $64,8^\circ$  и высотой 19 100 км. Принцип измерения аналогичен американской системе навигации NAVSTAR GPS. В настоящее время развитием проекта ГЛОНАСС занимается Федеральное космическое агентство (Роскосмос) и ОАО «Российские космические системы».

Основное отличие от системы GPS в том, что спутники ГЛОНАСС в своем орбитальном движении не имеют резонанса (синхронности) с вращением Земли, что обеспечивает им большую стабильность. Таким образом, группировка КА ГЛОНАСС не требует дополнительных корректировок в течение всего срока активного существования. Тем не менее срок службы спутников ГЛОНАСС заметно короче.

## Текущее состояние



Значения позиционного геометрического фактора PDOP по системе ГЛОНАСС на текущий момент времени по земной поверхности (угол места  $\geq 5^\circ$ ). Дата: 28.01.2011г.



Интегральная доступность навигации наземного потребителя по системе ГЛОНАСС ( $PDOP \leq 6$ ) на суточном интервале: угол места не менее 5 градусов. Дата: 28.01.2011г.

Состав группы КНС ГЛОНАСС на 18.04.2011:

<b>Всего в составе ОГ ГЛОНАСС</b>	27 КА
<b>Используются по целевому назначению</b>	23 КА
<b>На этапе ввода в систему</b>	1 КА
<b>Временно выведены на техобслуживание</b>	3 КА
<b>Орбитальный резерв</b>	—
<b>На этапе вывода из системы</b>	—



## **История развития системы.**

Первый спутник ГЛОНАСС был выведен Советским Союзом на орбиту 12 октября 1982 года. 24 сентября 1993 года система была официально принята в эксплуатацию с орбитальной группировкой из 12 спутников. В декабре 1995 года спутниковая группировка была развернута до штатного состава — 24 спутника.

Вследствие недостаточного финансирования, а также из-за малого срока службы, число работающих спутников сократилось к 2001 году до 6.

В августе 2001 года была принята федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система», согласно которой полное покрытие территории России планировалось уже в начале 2008 года, а глобальных масштабов система достигла бы к началу 2010 года. Для решения данной задачи планировалось в течение 2007, 2008 и 2009 годов произвести шесть запусков РН и вывести на орбиту 18 спутников — таким образом, к концу 2009 года группировка вновь насчитывала бы 24 аппарата.

В конце марта 2008 года совет главных конструкторов по российской глобальной навигационной спутниковой системе (ГЛОНАСС), заседавший в Российском научно-исследовательском институте космического приборостроения, несколько скорректировал сроки развёртывания космического сегмента ГЛОНАСС. Прежние планы предполагали, что на территории России системой станет возможно пользоваться уже к 31 декабря 2007 года; однако для этого требовалось 18 работающих спутников, некоторые из которых успели выработать свой гарантийный ресурс и прекратили работать. Таким образом, хотя в 2007 году план по запускам спутников ГЛОНАСС был выполнен (на орбиту вышли шесть аппаратов), орбитальная группировка по состоянию на 27 марта 2008 года включала лишь шестнадцать работающих спутников. 25 декабря 2008 года количество было доведено до 18 спутников.

На совете главных конструкторов ГЛОНАСС план развёртывания системы был скорректирован с той целью, чтобы на территории России система ГЛОНАСС заработала хотя бы к 31 декабря 2008 года. Прежние планы предполагали запуск на орбиту двух троек новых спутников «Глонасс-М» в сентябре и в декабре 2008 года; однако в марте 2008 года сроки изготовления спутников и ракет были пересмотрены, чтобы ввести все спутники в эксплуатацию до конца года. Предполагалось, что запуски состоятся раньше на два месяца и система до конца года в России заработает. Планы были реализованы в срок.

29 января 2009 года было объявлено, что первым городом страны, где общественный транспорт в массовом порядке будет оснащён системой спутникового мониторинга на базе ГЛОНАСС, станет Сочи. На тот момент ГЛОНАСС - оборудование производства компании «М2М»

телематика» было установлено на 250 сочинских автобусах.

В ноябре 2009 года было объявлено, что Украинский научно-исследовательский институт радиотехнических измерений (Харьков) и Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения (Москва) создадут совместное предприятие. Стороны создадут систему спутниковой навигации для обслуживания потребителей на территории двух стран. В проекте будут использованы украинские станции коррекции для уточнения координат систем ГЛОНАСС.

15 декабря 2009 года на встрече премьер-министра России Владимира Путина с главой Роскосмоса Анатолием Перминовым было заявлено, что развёртывание ГЛОНАСС будет окончено к концу 2010 года.

К 30 марта 2010 года количество работающих КА было доведено до 21 (плюс 2 резервных КА).

С переходом на спутники «Глонасс-К» точность системы ГЛОНАСС станет сопоставимой с точностью американской навигационной системы NAVSTAR GPS — единственной зарубежной развернутой навигационной системой.

02 сентября 2010 г. группировка спутников пополнена еще 3 спутниками и общее количество спутников в группировке доведено до 26.

В декабре 2009 года введён в эксплуатацию 110 КА (запущен 14 декабря 2009 года). Общее число запущенных спутников NAVSTAR к этому времени составило 60.

<b>Последние и планируемые запуски</b>	
25 декабря 2005 года	С космодрома «Байконур» на орбиту ракетой-носителем «Протон-К» были запущены ещё один космический аппарат «Глонасс» и два космических аппарата «Глонасс-М» с увеличенным ресурсом эксплуатации для пополнения группировки ГЛОНАСС.
26 декабря 2006 года	Состоялся вывод на орбиту РН «Протон-К» трёх КА «Глонасс-М».
26 октября 2007 года	РН «Протон-К» стартовал с Байконура и вывел на околоземную орбиту три модифицированных КА «Глонасс-М».
25 декабря 2007 года	С космодрома «Байконур» стартовал РН «Протон-М» и вывел на орбиту три КА «Глонасс-М». Запуск увеличил число работающих спутников до 16 (одновременно 4 спутника, запущенные в 2001—2003 годах, были выведены из группировки).



25 сентября 2008 года	Запуск РН «Протон-М» с тремя КА «Глонасс-М» в каждом. Запуск увеличил число работающих спутников до 18 (1 спутник был выведен из состава группировки).
25 декабря 2008 года	Запуск РН «Протон-М» с тремя КА «Глонасс-М».
14 декабря 2009 года	Запуск РН «Протон-М» с тремя КА «Глонасс-М».
2 марта 2010 года	Запуск РН «Протон-М» с тремя КА «Глонасс-М». Запуск увеличил число работающих спутников до 21 КА (плюс 2 КА в орбитальном резерве).
2 сентября 2010 года	Запуск РН «Протон-М» с тремя КА «Глонасс-М». Число работающих спутников 21 КА (плюс 2 КА в орбитальном резерве и на 06.09.2010 3 КА на этапе ввода в эксплуатацию).
5 декабря 2010 года	Запуск РН «Протон-М» с тремя КА «Глонасс-М». В результате выведения разгонного блока с тремя КА на нерасчетную орбиту потеряны три аппарата «Глонасс-М» .
2011 год	Запуск трех КА серии «Глонасс-М» РН «Протон-М» и одного экспериментального КА «Глонасс-К» при помощи РН «Союз-2-1А».

### Точность навигации

В настоящее время точность определения координат системой ГЛОНАСС несколько отстаёт от аналогичных показателей для GPS.

Согласно данным СДКМ на 29 марта 2010 года ошибки навигационных определений ГЛОНАСС (при  $p=0,95$ ) по долготе и широте составляли 4,46—8,38 м при использовании в среднем 7—8 КА (в зависимости от точки приёма). В то же время ошибки GPS составляли 2,00—8,76 м при использовании в среднем 6—11 КА (в зависимости от точки приёма).

При совместном использовании обеих навигационных систем ошибки составляют 2,37—4,65 м при использовании в среднем 14—19 КА (в зависимости от точки приёма).

Согласно заявлениям главы Роскосмоса Анатолия Перминова, принимаются меры по увеличению точности. К 2010 году точность системы ГЛОНАСС должна быть улучшена до 5,5 метров, а к 2011 году до 2,8 метров. Среди мер по повышению точности российской системы обычно называются пополнение орбитальной группировки, увеличение точности эфемерид, улучшение потребительских устройств и постепенная замена спутников на более совершенные Глонасс-М и Глонасс-К.

Россия начала работы по размещению станций системы

дифференциальной коррекции и мониторинга для повышения точности и надежности работы навигационной системы ГЛОНАСС за рубежом. Первая зарубежная станция уже построена и успешно функционирует в Антарктиде, это станция «Беллинсгаузен». Тем самым обеспечены необходимые условия для непрерывного глобального мониторинга навигационных полей космических аппаратов ГЛОНАСС. Работа по расширению сети наземных станций будет продолжена, и за рубежом будет размещено еще несколько.

При этом использование обеих навигационных систем уже сейчас даёт существенный прирост точности. Европейский проект EGNOS, использующий сигналы обеих систем, даёт точность определения координат на территории Европы на уровне 1—3 метров