

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА
имени адмирала С.О. Макарова

КАФЕДРА ОСНОВ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

ДИСЦИПЛИНА: МОРСКИЕ СРЕДСТВА ВНЕШНЕЙ И ВНУТРИСУДОВОЙ СВЯЗИ

**Ознакомление с современными цифровыми спутниковыми системами связи и
ГМССБ.**

Выполнили курсанты
532 группы:
Селюгин, Чумаков, Котельников

2022 г.



Спутниковая связь — один из видов радиосвязи, основанный на использовании искусственных спутников земли в качестве ретрансляторов. Спутниковая связь осуществляется между земными станциями, которые могут быть как стационарными, так и подвижными. Абоненты сети в регионах получают по спутниковому каналу связи следующие услуги: факс, телефон, интернет, радио и телепрограммы.

В настоящее время связь на море представлена несколькими технологиями. Основная из них, разработанная специально для использования на море — Инмарсат. Так же связь на море представляют Иридиум, Thuraya, Глобалстар.

По сравнению с представленными технологиями основное преимущество системы морского VSAT проявляется в сравнительно низких тарифах на услуги связи, а также в наличии безлимитных пакетов. Кроме того, функциональные возможности многократно превосходят конкурирующие системы, при этом, цена на оборудование в несколько раз выше и составляет от \$50 000 до \$100 000.

Зачастую для дополнительного резервирования несколько систем объединяют в одну, так называемую, гибридную систему. В её состав могут входить сразу три независимые спутниковые системы связи с различными функциональными и ценовыми характеристиками: морской VSAT, Инмарсат, Иридиум. В случае, когда судно находится в зоне действия VSAT-системы она используется как основная, с расширенным функционалом, предоставляя доступ к сети всему экипажу. В случае выхода судна из зоны действия VSAT-системы, специальный блок управления переключает сеть на систему Инмарсат или Иридиум и ограничивает доступ к сети не приоритетным пользователям, оставляя возможность обмена данными с берегом высшему командному составу.

Спутниковая связь — один из видов радиосвязи, основанный на использовании искусственных спутников земли в качестве ретрансляторов. Спутниковая связь осуществляется между земными станциями, которые могут быть как стационарными, так и подвижными. Абоненты сети в регионах получают по спутниковому каналу связи следующие услуги: факс, телефон, интернет, радио и телепрограммы.

Принципы построения спутниковых систем связи

ССС обладают высокой пропускной способностью и позволяют обеспечить экономичную круглосуточную связь между любыми оконечными пунктами, обмен радиовещательными и телевизионными программами, одновременную работу без взаимных помех большого числа линий.

В основе построения спутниковой системы связи лежит идея размещения ретранслятора на космическом аппарате (КА). Движение КА длительное время происходит без затрат энергии, а энергоснабжение всех систем осуществляется от солнечных батарей. КА, находящийся на достаточно высокой орбите, способен «охватить» очень большую территорию — около трети поверхности Земли. Через его бортовой ретранслятор могут связываться любые станции, находящиеся на этой территории. Принцип спутниковой связи заключается в ретрансляции аппаратурой спутника сигнала от передающих наземных станций к приёмникам.

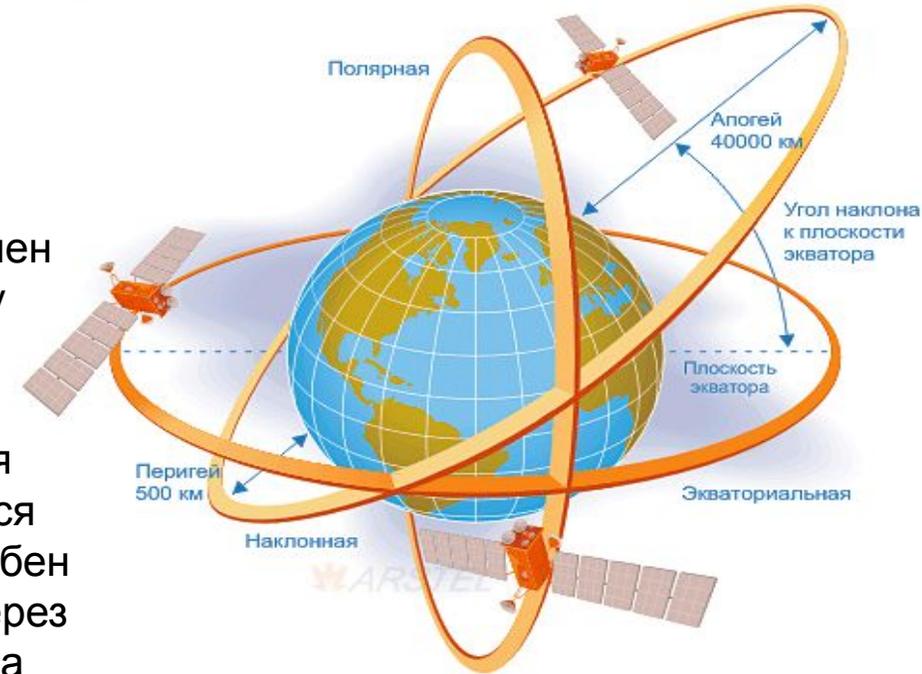


Рисунок 1.1 - Типы орбит КА



Значительные преимущества предоставляет использование КА, расположенного на так называемой геостационарной орбите, находящейся в плоскости экватора и имеющей нулевое наклонение круговой орбиты (рисунок 1.1) с радиусом 35785 км. Такой спутник совершает один оборот вокруг Земли точно за одни земные сутки. Если направление его движения совпадает с направлением вращения Земли, то с поверхности Земли он кажется неподвижным.

Ни при каком другом сочетании указанных параметров орбиты нельзя добиться неподвижности КА относительно наземного наблюдателя. Антенны станций, работающих с геостационарным спутником, не требуют сложных систем наведения и сопровождения, а в случае необходимости могут быть установлены устройства для компенсации небольших возмущений орбиты.

Благодаря этому обстоятельству в настоящее время почти все спутники связи, предназначенные для коммерческого использования, находятся на геостационарной орбите. Примерно в одной позиции на одной географической долготе могут находиться несколько КА, расположенных на расстоянии около 100 км друг от друга.

Спутниковая линия связи с ретранслятором на геостационарной орбите имеет ряд серьезных преимуществ:

- Отсутствие устройства сопровождения КА в антенной системе наземного комплекса
- Высокая стабильность уровня сигнала в радиоканале.
- Отсутствие эффекта Доплера.
- Простота организации связи в глобальном масштабе.

Недостатками такой линии связи являются перенасыщенность геостационарной орбиты на многих участках, а также невозможность обслуживания приполярных областей



Морской VSAT — это технология спутниковой связи, применяемая на водном транспорте для организации широкополосного канала связи между судном и берегом через спутники на геостационарных орбитах .

VSAT (Very Small Aperture Terminal) — станция спутниковой связи с малой (менее чем 3 м в диаметре) апертурой (размером, определяющим реально принимаемую мощность сигнала) антенны, работающая как на приём, так и на передачу. Системы, работающие в Ku-диапазоне, как правило, имеют размер от 75 см до 1,5 м. Системы C-диапазона имеют больший размер, до 2,8 м. Скорость передачи данных лежит в пределах от 56 Кб/сек. до 4 Мб/сек. Для работы VSAT используют спутники на геостационарных орбитах, которые передают данные от малых спутниковых станций (терминалов) на Центральную земную станцию (HUB) в случае конфигурации типа «звезда», или на другие терминалы в случае конфигурации «mesh».

Принцип работы

Сеть спутниковой связи на базе морского VSAT включает в себя три основных элемента: центральная земная станция (при необходимости), спутник-ретранслятор и судовые VSAT-терминалы.

Центральная земная станция

Центральная земная станция (HUB) в сети спутниковой связи на базе выполняет функции центрального узла и обеспечивает управление работой всей сети, перераспределение её ресурсов, выявление неисправностей, тарификацию услуг сети и сопряжение с наземными линиями связи.

Приёмо-передающая аппаратура и антенно-фидерное устройство обычно строится на базе стандартного оборудования. Для обеспечения надёжности связи аппаратура обычно имеет 100-процентное резервирование. Каналообразующая аппаратура обеспечивает формирование спутниковых радиоканалов и стыковку их с наземными линиями связи. Обычно эта подсистема строится по модульному принципу, что позволяет по мере роста трафика и количества абонентских станций в сети легко добавлять новые блоки для увеличения её пропускной способности.

Судовой VSAT-терминал

Судовой VSAT-терминал обычно включает в себя антенно-фидерное устройство, контроллер антенны, наружный внешний радиочастотный блок и внутренний блок (модем). Внешний блок представляет собой небольшой приёмопередатчик или приёмник. Внутренний блок обеспечивает сопряжение спутникового канала с терминальным оборудованием пользователя (компьютер, сервер ЛВС, телефон, факс УАТС и т. д.).



В отличие от неподвижных VSAT-терминалов на берегу, морские VSAT-станции находятся в постоянном движении относительно земли. Под действием качки (как бортовой, так и продольной), а также при постоянных изменениях курса (как заданных, так случайных — рыскания) антенна VSAT постоянно изменяет своё положение в пространстве. Для удержания антенны в заданной позиции при воздействии вышеперечисленных факторов применяются специальные стабилизированные антенные системы, способные управлять положением антенн как относительно плоскости горизонта, так и плоскости истинного севера. Другими словами, стабилизация антенны происходит в трёхмерном пространстве, по трём осям. Таким образом, судовая антенна в любой момент времени нацелена на спутник, обеспечивая постоянные прием и передачу сигнала. Для защиты от ветровых нагрузок и других факторов внешней среды антенна закрывается радиопрозрачным куполом.

Подобные системы могут быть установлены на любые типы судов: суда торгового, пассажирского, рыбного, научного, военного флотов, суда спецназначения, буровые платформы, яхты, катера, любые другие объекты водного транспорта, где требуется передача больших объёмов информации, телефония, VoIP, GSM, интернет, спутниковое телевидение, внедрение каких-либо новых технологических решений, которые связаны со спутниковыми системами связи.

Судовой VSAT-терминал состоит из двух основных частей, ODU (OutDoorUnit) — внешний блок, то есть антенна и приёмопередающее оборудование, IDU (InDoorUnit) — внутренний блок.

Внешнее оборудование (ODU, OutDoorUnit):

- Антенна *Antenna* с системами наведения и стабилизации;
- Антенный преобразователь частоты (АПЧ), *Block upconverter (BUC)*
- Малозумящий усилитель (МШУ), *Low-noise block converter (LNB)*
- Поляризационный селектор антенны, *Orthomode transducer (OMT)*
- Межблочный кабель. *Interfacility Link Cable (IFL)*

Внутреннее оборудование, *IDU (InDoorUnit)*:

- Контроллер антенны, *Antenna Control Unit (ACU)*;
- Спутниковый модем *Satellite Modem*;
- Дополнительное оборудование (маршрутизаторы, серверы и другое).



ГМССБ

Система ГМССБ (Береговые Глобальные Морские Системы Связи при Бедствии) обеспечивает прием и передачу сигналов тревоги и бедствия с судов и на суда в автоматическом режиме и через оператора сообщений для координации поиска и спасения, навигационных и метеорологических предупреждений и срочной информации, передачу и прием радиосообщений общего назначения, предоставление услуг коммерческой связи.

Функциональные возможности

Береговая система ГМССБ позволяет:

увеличить вероятность того, что сигнал бедствия будет принят

упростить поиск и спасение выживших людей

улучшить координацию спасательных служб и судов, расположенных поблизости от места бедствия

обеспечить мореплавателей жизненно важной информацией о безопасности на море

ГМССБ состоит из следующих элементов:

1. Система спутниковой связи Inmarsat
2. Система спутниковой связи COSPAS-SARSAT
3. Система наземной радиосвязи Морской подвижной службы в диапазонах ультракоротких волн,
 - сантиметровых/промежуточных волн и коротких волн
4. Система передачи навигационных и метеорологических извещений, предупреждений и другой
 - срочной информации в режиме узкополосной буквопечатающей связи (NAVTEX)
5. Радиолокационное обнаружение

Система спутниковой связи Inmarsat

Система спутниковой связи Inmarsat включает в себя береговые станции спутниковой связи CES, которые располагаются в различных местах и позволяют осуществлять выход в другие сети связи и Internet путем коммутации судовых станций спутниковых связей SES и четырех спутников, находящихся над экватором на расстоянии от поверхности земли порядка 36 000 километров. Спутники покрывают практически всю поверхность Земли, за исключением районов выше 70° северной и южной широты, тем самым ограничивая связь на полюсах Земли. Спутники движутся со скоростью вращения Земли, поэтому являются неподвижными относительно поверхности Земли.

По функционалу спутники Инмарсат — это ретрансляторы, которые обеспечивают двустороннюю связь между судном и берегом посредством ретрансляции полезного сигнала с судна на береговые станции, и там по каналам связи до абонента и обратно. Также они обеспечивают прием сообщений от аварийных радиобуев системы Инмарсат, ведущих передачу на частоте 1,6 ГГц (в отличие от них, АРБ Коспас-Сарсат работают на частотах около 406 МГц, а АРБ УКВ - в УКВ-диапазоне), и через наземные узлы связи эта информация поступает в координационный центр спасательной службы. В направлении берег-судно спутники ведут трансляцию циркулярных сообщений, которые могут быть как аварийные, так и общего назначения. Радиообмен между судами и спутниками системы Инмарсат происходит на частотах 1.6 ГГц (uplink), 1.5 ГГц (down), между спутниками и берегом - 6 и 4 ГГц соответственно (up/down). Такой частотный диапазон выбран для передачи данных в связи с его устойчивостью к различным состояниям атмосферы и времени суток, а также их способность проходить слои ионосферы.





Коспас-Сарсат

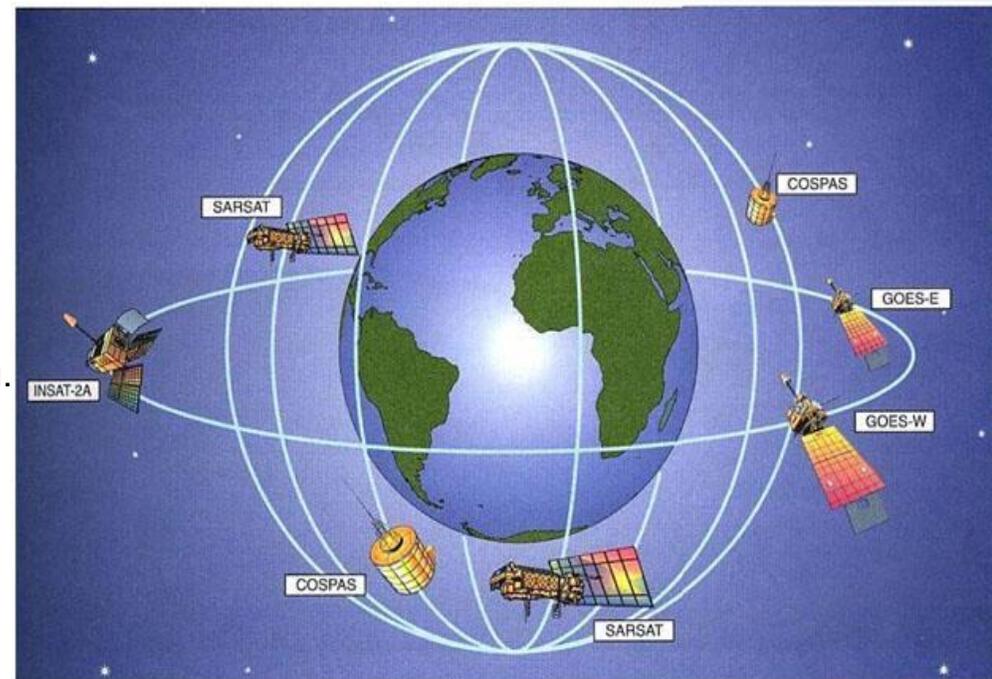
COSPAS-SARSAT — это международная космическая система поиска и спасения терпящих бедствие судов.

Сама система состоит из пункта приема информации на суше (ППИ), спутниковой группировки и непосредственно самих аварийных радиобуев, находящихся на судне и срабатывающих при аварийных ситуациях. Спутниковая группировка находится на орбите в 800-1000 км от поверхности Земли.

Система передачи аварийного сигнала строится на приеме его спутником и передаче на ППИ, а также с помощью записи данного сигнала в память спутника для последующей его ретрансляции в службу спасения.

Принцип определения местоположения данного буйа — «Доплеровский сдвиг», что является преимуществом по сравнению с определением координат по системе Инмарсат, так как последние неподвижны относительно Земли и свое местоположение буй должен передать сам, с помощью встроенного приемника ГНСС. Слабым местом в системе Cospas-Sarsat является отсутствие полного покрытия поверхности Земли, и ожидание подлета спутника к месту работы аварийного радиобуя может составлять до 2-х часов, впоследствии спутнику необходимо попасть в зону видимости ППИ и передать информацию с АРБ, что тоже занимает время.

В отличие от этого, в системе спутниковой связи Inmarsat при нахождении АРБ в зоне видимости спутника, сообщение передается практически сразу. АРБ имеет встроенный маломощный передатчик, работающий на частоте 121,5 МГц, которая является международной авиационной частотой, используемой для ориентации поисковой группировки на цель.





Система наземной радиосвязи Морской подвижной службы

Частотные диапазоны:

- ультракоротких волн,
- сантиметровых/промежуточных волн,
- коротких волн.

Данная система используется в цифровом избирательном вызове (DSC). Она была реализована взамен несения слуховой вахты

на частотах 500,2182 кГц и 156,8 МГц (16 канал УКВ), а также в КВ-диапазонах. Передача сигналов ЦИВ происходит на специально выделенных частотах для аварийной и общественной радиосвязи. Центральный избирательный вызов служит для посылы информационного сигнала одному абоненту или группе абонентов, который содержит в себе информацию о потребности

выхода на радиосвязь со станцией, пославшей сигнал. Далее коммутация между станциями происходит на УБПЧ или по радиотелефону,

на частотах, отведенных для этих целей. В аварийных сообщения отправляются следующие данные: идентификатор судна (MMSI),

координаты судна, время, причина посылы аварийного сигнала и последующие способы связи с судном.

В системе связи Морской подвижной службы для ЦИВ выделены следующие частоты:

- УКВ 156-174 МГц — на частотах 156,525 МГц;
- ПВ 1605-4 000 кГц — на частотах 2177; 2187,5 и 2189,5 кГц;
- КВ 4-27,5 МГц — выделены пять частот для аварийного посылы сигнала в полосах 4, 6, 8, 12 и 16 МГц.

Система Navtex

Система Navtex предназначена для передачи навигационных и метеорологических извещений, предупреждений и других

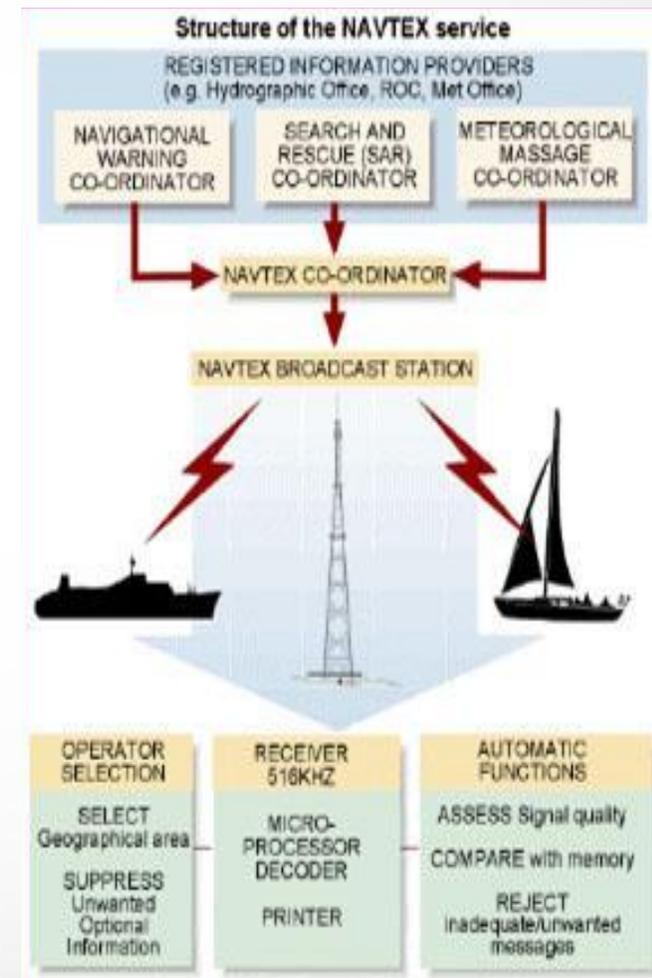
срочных извещений. Система Навтекс является международной автоматизированной и поддерживается рядом стран в области сотрудничества по ГМССБ.

Navtex состоит из береговых станций, работающих на частотах 518 кГц, и судовых приемников, которые обязательны на судах с 1993 года. Работа между станциями и приемниками ведется на английском языке и осуществляется по расписанию.

Navtex является частью Всемирной службы навигационных предупреждений и ведет свое вещание в прибрежных районах, в непосредственной близости от стационарных станций. Как и любая дальность радиоканала, расстояние, на которое передается информация по системе Navtex, зависит от чувствительности приемника, мощности

Передатчика на базовой станции, высоты расположения антенны, а также других дополнительных факторов, и не превышает

Дальность от базовой станции в 400 миль. При нахождении судна на расстоянии, превышающем дальность действия системы, навигационная, метеорологическая и другая информация передается по каналам связи через Inmarsat, или с помощью УБПЧ на отведенных для этого каналах на частотах в КВ диапазоне.



Радиолокационное обнаружение

Радиолокационное обнаружение основывается на работе радиолокационных станций в районе бедствия и засветке объектов и сигналов, попадающих в действия луча станций.

Для этого помимо АРБ и системы Инмарсат и Cospas-Sarsat, а также УКВ ЦИВ на 70-м канале, в системе ГМССБ предусмотрена работа радиолокационного ответчика, работающего в диапазоне 2,3 см. Такой ответчик при облучении дает на мониторе РЛС засветку в виде последовательности точек или дуг в направлении обратного пеленга от направления на радар. Тем самым обозначается местонахождение радиолокационного ответчика.

Принцип построения ГМССБ

Принципы организации ГМССБ определены Правилами Главы IV Международной Конвенции SOLAS-74 с поправками 1995 года, и в соответствии с этими правилами идет построение всей системы.

Районы акватории мирового океана

Вся акватория мирового океана разбита на районы. Каждый район обусловлен каналами связи с ситуационно-координационным центром, тем самым выход в каждый район должен сопровождаться обеспечением поддержки связи по этим каналам. Это достигается путем установки на борту специализированного оборудования. Районы нумеруются и имеют следующее определение и каналы связи:

Район А1 — это район, в котором осуществляется передача данных по каналу УКВ, хотя бы с одной береговой станцией, оборудованной системой ЦИВ.

Район А2 — это район, в котором связь осуществляется на ПВ, хотя бы с одной береговой станцией, оборудованной системой ЦИВ, за исключением района А1.

Район А3 — это район, в котором связь происходит через спутниковую систему связи Инмарсат, за исключением районов А1 и А2.

Район А4 — это акватория мирового океана, которая не вошла в районы А1, А2 и А3.

Кроме состава оборудования связи, морские районы влияют на квалификацию и подготовку судовых операторов ГМССБ, находящихся в экипаже.



Монтаж, проектирование и обслуживание систем ГМССБ

При этом при монтаже и проектировании систем ГМССБ необходимо соблюдать требования:

системы оповещения о бедствии должны управляться с места управления судном;

должна обеспечиваться постоянная работоспособность оборудования;

должен быть резервный источник питания.

К источникам питания ГМССБ выдвигаются отдельные требования. Резервный источник питания предназначен для обеспечения радиоустановки электрическим током при выходе из строя основной системы питания. Как правило, на судах это выполняет АКБ или аварийный ДГ.

Для обеспечения беспереывной связи с КСЦ в системе связи ГМССБ на судах, ходящих по району А3 и А4, должно быть использованы следующие способы:

техническое обслуживание и ремонт в море специалистом, имеющим достаточный уровень квалификации: это должен быть радиоэлектронщик 2 или 1 класса, при этом на судне должен быть полный комплект всей необходимой технической документации, достаточное количество ЗИП и контрольно-измерительные приборы;

береговое техническое обслуживание: должно быть соглашение с одобренной организацией на проведение технического обслуживания. В договоре должно быть перечислено все оборудование, входящее в состав ГМССБ на судне. Договор обязан обозначать вид ТО, а в радиожурнале должны размещаться сведения о сервисной компании;

дублирование оборудования.

При дублировании оборудования на судне дополнительно устанавливаются:

в морском районе А3 — радиостанция УКВ с ЦИВ и радиостанция ПВ/КВ с ЦИВ (или SES INMARSAT)

в морском районе А4 — радиостанция УКВ с ЦИВ и радиостанция ПВ/КВ с ЦИВ

При работе судов в районе А1 и А2 достаточно иметь один из этих способов.

