

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОХОДСТВА

Мамаков А.А.

ассистент

*Владивостокского государственного университета экономики и сервиса,
Россия, г. Владивосток.*

Перерва Л.М.

*Кандидат физико-математических наук, доцент
Владивостокского государственного университета экономики и сервиса,
Россия, г. Владивосток.*

PROBLEMS OF SAFETY OF SHIPPING

Mamakov A.A.

assistant

*Vladivostok State University Economics and Service,
Russia, Vladivostok.*

Pererva L.M.

*Ph.D., Associate Professor
Vladivostok State University Economics and Service,
Russia, Vladivostok.*

Аннотация

Безопасность плавания и оказание помощи потерпевшим бедствие всегда были в центре внимания международного сообщества. Эта проблема решается международными морскими органами и национальными Морскими Администрациями стран участников конвенции, путем создания стандартов, регламентирующих требования к конструкции корпуса и механизмов, а также норм снабжения судов различным оборудованием и спасательными средствами.

Abstract

Safety of navigation and assistance to disaster victims have always been the focus of the international community. This problem is solved by international maritime and national maritime administrations of the Parties to the Convention, through the establishment of standards, regulatory requirements for the design hull and machinery, as well as the rules of supply vessels of various equipment and rescue equipment.

Ключевые слова: радиосвязь; безопасность; судоходство.

Keywords: radio communication; security; shipping.

В настоящее время системы радиосвязи с подвижными объектами получили очень широкое распространение и продолжают дальнейшее развитие и совершенствование. В связи с этим весьма остро стоит проблема обеспечения безопасности связи на море, а с другой стороны необходимо учитывать особенности морской радиосвязи[1].

Известно, что никакое, даже самое мореходное и прочное судно, не гарантировано от бедствий. Несмотря на постоянное совершенствование судов и их оснащения, счет аварий и катастроф на море непрерывно растет. Высокое быстродействие и эффективность системы ГМССБ реализуется за счет использования современных средств связи и широкой автоматизации приема и передачи сообщений.

Главное назначение ГМССБ в оповещении о бедствии береговых властей и судов в непосредственной близости от места происшествия с целью получения немедленной

скоординированной помощи. Эта система также обеспечивает связь категорий «срочность» и «безопасность» и передачу информации, касающейся безопасности мореплавания (Maritime Safety Information - MSI) - навигационных и метеорологических предупреждений и прогнозов погоды.

Каждая подсистема, входящая в состав ГМССБ, имеет свои ограничения (по дальности действия). Естественным является подход, при котором чем дальше от берега работает судно, тем более оснащенным в части радиооборудования оно должно быть. (рис.1)

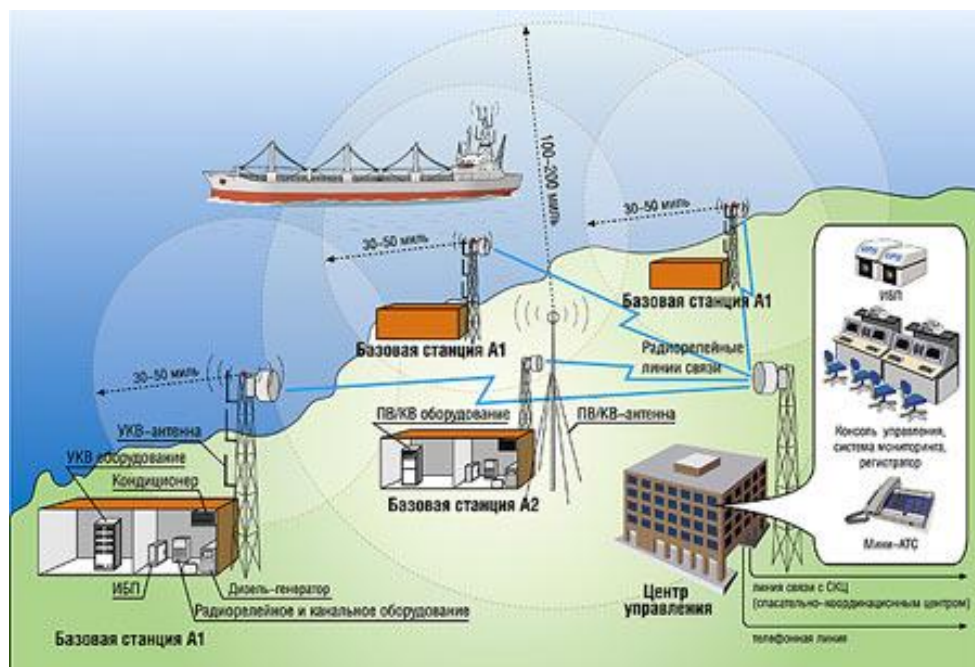


Рис.1 Конфигурация ГМССБ районы A1,A2

При этом хотелось бы сразу подчеркнуть важность проблемы по обеспечению оперативно-диспетчерской связи на море, этот аспект не нашел должного отражения в положениях ГМССБ. Это связано с тем, что главная концепция системы ГМССБ состоит в проведении поисково-спасательных организаций и обеспечении связи, относящейся к безопасности и срочности, передачу информации, необходимую для безопасности мореплавания при бедствии, включая навигационные и метеорологические предупреждения. Другими словами, любое судно, независимо от района плавания, сможет осуществлять связь, жизненно важную для безопасности самого судна и других судов, находящихся в данном районе[2]. Мы же хотели обратить внимание на возможности предотвращения опасной ситуации на море при помощи надежной связи.

Радиосвязь на прибрежных водных путях существенно отличается от радиосвязи на море по способам осуществления и условиям распространения радиоволн. Как известно, на море дальность связи в УКВ-диапазоне определяется дальностью прямой радиовидимости, ограниченной естественной кривизной земной поверхности. К сожалению, на прибрежных водных путях такие благоприятные условия встречаются только на больших водоемах. В большинстве случаев судно находится между берегов, порою достаточно высоких, препятствующих распространению радиоволн и тем самым затрудняющих, а то и полностью исключающих саму возможность радиосвязи. При таких условиях порой трудно связаться даже с находящимся неподалеку диспетчером — сигнал пропадает из-за отражений радиоволн (такой процесс называется «интерференцией радиоволн» — сложением прямых и отраженных волн, сопровождающимся усилением или ослаблением сигнала). Имеются отличия и в интенсивности и характере использования

морских радиостанций. Если в море суда расходятся и маневрируют, как правило, на достаточно больших расстояниях, то движение судов в прибрежных водах происходит в непосредственной близости друг от друга, в связи с чем судоводители должны постоянно согласовывать свои действия.

Радиосвязь с морскими подвижными объектами и береговыми службами может осуществляться как с использованием искусственных спутников Земли (ИСЗ), так и с использованием естественных каналов радиосвязи в КВ и УКВ диапазоне, являющиеся неотъемлемой составной частью ГМССБ. Если раньше диапазон УКВ использовался на флоте в особых случаях, то в последние годы в диапазоне УКВ волн работают новые системы связи.

Расстояние, на котором возможно установить радиосвязь, зависит от выбранной частоты, мощности передатчика, чувствительности приемника, типа и размещения антенной системы, условий распространения радиоволн. Для конкретного радиооборудования и антенн, установленных на судне, основным фактором, определяющим дальность связи, в подавляющем большинстве случаев является правильно выбранная частота (длина волны).

Передача радиосигналов осуществляется путем использования различных видов распространения радиоволн в атмосфере Земли:

- вдоль земной поверхности посредством, так называемой поверхностной волны (ground wave);
- отраженных от верхних слоев атмосферы радиоволн;
- радиоволн, передаваемых через космические спутники-ретрансляторы.

В любом случае распространение радиоволн подчинено следующим закономерностям:

- в однородной среде радиоволны распространяются прямолинейно;
- в средах с неоднородными свойствами происходит рефракция радиоволн;
- на границах однородных сред с разными свойствами наблюдаются преломление и отражение радиоволн;
- если на пути распространения встречаются препятствия, наблюдается дифракция;
- в средах с пониженной прозрачностью происходит поглощение радиоволн.

Основными свойствами земной поверхности, оказывающими влияние на распространение тропосферных поверхностных радиоволн, помимо ее рельефа, являются электропроводность и диэлектрическая проницаемость. При этом влияние неровностей сказывается в том случае, если их размеры соизмеримы с длиной волны, а конечные значения и приводят к частичному поглощению радиоволн.

Важнейшими особенностями распространения радиоволн в диапазоне УКВ являются:

- преимущественное распространение в зоне прямой видимости;
- прохождение радиоволн через слои ионосферы с незначительными потерями, что позволяет создавать спутниковые системы связи и радионавигации на прямых волнах;
- отражение радиоволн от земной (морской) поверхности малыми потерями;
- отражение радиоволн от препятствий на пути распространения, величины которых соизмеримы с длиной волны. Такими препятствиями в диапазоне ОВЧ являются дома, холмы, суда, мачты и т.д.

Несмотря на общность свойств диапазона УКВ, в каждом из четырех диапазонов (ОВЧ, УВЧ, СВЧ и КВЧ) используются разные виды систем связи, радиолокации и радионавигации.

Диапазон ОВЧ (метровые волны) занимает полосу частот 30...300 МГц. В этом диапазоне работают УКВ радиотелефонные станции, телевидение (для передачи и ретрансляции используются наземные передающие станции с высокими антеннами), низкоорбитальные спутниковые радионавигационные системы «ЦИКАДА» (Россия) и «ТРАНЗИТ» (США), спутниковая система определения местоположения терпящих бедствие судов «КОСПАС-САРСАТ».

В выделенной для радиосвязи морской подвижной службы полосе частот (156...174 МГц) каналы, как правило, располагаются друг от друга на расстоянии 25 кГц. В настоящее время начат переход на расстояние 12.5 кГц между каналами. Часть каналов имеет специальное назначение и может использоваться только для определенных видов связи.

Частота 156.800 МГц (16-й канал) предназначена для вызовов целей безопасности, а также передачи сообщений бедствия и срочности. Для уменьшения вредных помех связи с двух сторон от указанной частоты расположены защитные полосы (156,7625...156,7875 МГц и 156.8125...156.8375 МГц, 75-й и 76-й каналы). На 16-м канале ведется постоянная вахта.

Частота 156.525 МГц (70-й канал) выделена в ПМССБ для передачи цифровых последовательностей при цифровом избирательном вызове. В состав УКВ-радиоустановки включается специальное устройство Ц1Ш, предназначенное для несения непрерывной вахты на канале 70.

Частота 156.300 МГц (6-й канал) используется для связи между судовыми станциями и станциями воздушных судов, занятыми в координированных операциях по поиску и спасению.

Частота 156.650 МГц (13-й канал) используется для связи по обеспечению безопасности движения судов.

Частоты 156.750 и 156.850 МГц (15-й и 17-й каналы) используются преимущественно для внутрисудовой связи. Мощность излучения на этих частотах не должна превышать 1 Вт.

При телефонии используется угловая модуляция несущей с максимальной девиацией частоты 5 кГц (классы излучений ОЗЕ и ГЗЕ с предыскажениями 6 дБ/окт.).

Устойчивая работа станций ограничена расстоянием прямой видимости с учетом радиуса Земли и средней рефракции радиоволн в стандартной тропосфере[3].

УКВ каналы характеризуются непостоянством условий связи и, как следствие, низкой надёжностью. Для повышения надёжности морской радиосвязи в диапазоне УКВ волн можно применять разные способы:

- во-первых, это способы, связанные с усовершенствованием самой каналообразующей аппаратуры, к которым можно отнести помехоустойчивое кодирование сигналов, использование различных режимов передачи информации, повышение стабильности частоты, уменьшение внутренних шумов аппаратуры и др.;

- во-вторых, это способы, относящиеся непосредственно к среде распространения радиоволн, которая входит в общую систему радиосвязи с морскими подвижными объектами и естественно влияет на надёжность радиосвязи с судами[4].

Первый способ в настоящий период относительно хорошо исследован, и применяемая аппаратура имеет высокие технические показатели, близкие к предельно достижимым при современном уровне научно-технического состояния, но остаются резервы в алгоритмах помехоустойчивого кодирования. Второй способ еще далек от предельного, поскольку среда распространения радиоволн нестабильна, недостаточно изучена и именно она, в основном, лимитирует надёжность радиосвязи. В связи с этим важно подвергать математические модели, описывающие новые помехоустойчивые сигналы тестированию в каналах моделирующую морскую среду.

Попробуем оценить основные аспекты математической модели, описывающей динамику поведения проводящего канала.

Исследования распространения волн УКВ диапазона показали возможность увеличения расстояния между объектами до нескольких сотен километров. При этом объем рассеяния находится в стратосфере. Механизм распространения радиоволн на такие расстояния еще недостаточно изучен, однако эксперименты показали, что распределение амплитуды сигнала при быстрых замираниях также подчиняется закону Рэлея, распределение сигнала при медленных замираниях подчиняется нормально логарифмическому закону, однако дисперсия распределения уменьшается до 2—2,5 дБ[5]. Одним из механизмов дальнего тропосферного распространения (ДТР) УКВ является рассеяние на турбулентных неоднородностях показателя преломления атмосферы. Замирания электромагнитного сигнала, возникающие при ДТР УКВ, разделяют на "медленные" и "быстрые". Медленные изменения сигнала обуславливаются плавным изменением среднего профиля показателя преломления и слоистыми неоднородностями атмосферы. Изменчивость таких замираний измеряется десятками минут и часами. Распределение уровней сигнала при таких замираниях подчиняется нормально-логарифмическому закону распределения:

$$P(U) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^x \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx,$$

где $x = \frac{\lg U - \lg U_m}{\lg \sigma}$;

$P(U)$ - вероятность превышения уровня U ;

U_m - медианное значение, то есть значение, превышаемое в течение 50% времени;

σ - стандартное отклонение.

Быстрые замирания имеют периодичность в единицы и десятки секунд. Они обуславливаются взаимной интерференцией между отдельными элементарными колебаниями, рассеянными на неоднородностях показателя преломления, достигающими одновременно приемной антенны. В отличие от слоистых неоднородностей, эти неоднородности имеют турбулентный характер. Радиоволны, переизлученные благодаря турбулентным неоднородностям, имеют фазы, значения которых с одинаковой вероятностью распределены в диапазоне от 0 до 2π . В результате, уровень сигнала подчиняется рэлеевскому распределению:

$$P(U) = \exp\left(-0,69 \frac{U^2}{U_m^2}\right).$$

Приведенные нами формулы отражают только приближенную картину распространения сигнала по каналу с селективными замираниями. Все излучаемые сигналы имеют определенную протяженность по времени (длительность) и частоте (ширину спектра). Если все спектральные составляющие сигнала замирают идентично и характеристики радиоканала не изменяются во времени, замирания называют неселективными (гладкими). На практике оба эти условия часто не выполняются. При этом возникают частотно-селективные (ЧСЗ) и временные селективные (ВСЗ) замирания[6].

Основной причиной ЧСЗ является временное рассеяние вследствие многолучевого распространения. Разности фаз между компонентами одной и той же частоты, распространяющимися по разным путям, могут оказаться практически независимыми для разных частот спектра, так что одни гармоники в результате многолучевой интерференции могут усиливаться, а другие, наоборот, подавляться.

Частотно-селективные замирания проявляются тогда, когда ширина спектра сигнала превышает полосу когерентности канала связи — интервал частот, на границах которого замирания спектральных компонент характеризуются определенным пороговым

значением коэффициента корреляции. Уровень допустимых искажений зависит от методов обработки сигналов в кодеке и модеме.

Вместе с тем частотная селективность замираний имеет и определенные положительные стороны, в частности:

- в узкополосных системах, когда спектр сигнала целиком лежит в полосе когерентности канала, однако несущая может варьироваться в широких пределах, многократно превышающих полосу когерентности, появляется возможность найти частотный канал с меньшей глубиной замираний (это используется, например, в системе сотовой связи стандарта GSM);

- в широкополосных системах, в которых спектр сигнала намного шире полосы когерентности канала, глубокие замирания поражают малую часть спектра; соответственно, пропорционально меньше будут и потери от воздействия замираний.

При изменении характеристик радиоканала с течением времени возникают ВСЗ. Основной причиной ВСЗ является доплеровское рассеяние — различие доплеровского сдвига частоты отдельных радиоволн при многолучевом распространении. Временные селективные замирания присутствуют всегда, когда есть движение и многолучевое распространение. В этом смысле они, по существу, являются синонимом быстрых замираний.

Временные селективные замирания проявляются, когда длительность информационных посылок превышает величину отрезка времени, на границах которого замирания характеризуются определенным пороговым значением коэффициента корреляции.

При всех перечисленных «недостатках» распространения УКВ радиоволн, они обладают рядом преимуществ:

- малый уровень внешних помех;
- возможность размещения большого количества каналов связи без взаимных помех;
- чем несущая частота выше, тем больше объем информации на ней можно передать;
- дальность распространения мало зависит от метеоусловий;
- антенны приемные и передающие имеют небольшие размеры;
- высокое качество передаваемой звуковой информации.

Литература

1. Мамаков А. А. Перерва Л. М. Проблемы повышения безопасности морских радиоэлектронных средств связи. - Актуальные проблемы науки XXI века: сб. ст. VI международной научно-практической конференции, 3 часть – Москва, 2016. – 152 с.

2. Шишкин А.В., Купровский В.И., Кошевой В.М. ГЛОБАЛЬНАЯ МОРСКАЯ СИСТЕМА СВЯЗИ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ. - 4-е изд., перераб. и доп. - Одесса: Одесская Национальная Морская Академия, 2003. 296 с.,

3. Дуров А.А., Рябышкин В.Н. Судовые УКВ-радиостанции: Учебное пособие по дисциплине «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования». -Петропавловск-Камч.: КамчатГТУ, 2002.-91 с.

4. Неволин М.Т. Повышение надёжности в морских системах радиосвязи при использовании судового декаметрового оборудования ГМССБ: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2000. – 28 с.

5. Радиорелейная и радиотропосферная связь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://works.tarefer.ru/71/100118/index.html>.

6. Чукин В.В. Исследование атмосферы методом электромагнитного просвечивания: Монография. – СПб, изд. РГГМУ, 2004. – 107 с.