

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R М.2058-0**  
(02/2014)

**Характеристики цифровой системы,  
называемой "Навигационные данные",  
которая предназначена для  
радиовещания информации,  
касающейся безопасности и охраны  
на море, в направлении берег-судно  
в диапазоне ВЧ морской службы**

**Серия М**

**Подвижная спутниковая служба, спутниковая  
служба радиоопределения, любительская  
спутниковая служба и относящиеся к ним  
спутниковые службы**



## Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

### Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

### Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.)

Серия	Название
<b>BO</b>	Спутниковое радиовещание
<b>BR</b>	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
<b>BS</b>	Радиовещательная служба (звуковая)
<b>BT</b>	Радиовещательная служба (телевизионная)
<b>F</b>	Фиксированная служба
<b>M</b>	<b>Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы</b>
<b>P</b>	Распространение радиоволн
<b>RA</b>	Радиоастрономия
<b>RS</b>	Системы дистанционного зондирования
<b>S</b>	Фиксированная спутниковая служба
<b>SA</b>	Космические применения и метеорология
<b>SF</b>	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
<b>SM</b>	Управление использованием спектра
<b>SNG</b>	Спутниковый сбор новостей
<b>TF</b>	Передача сигналов времени и эталонных частот
<b>V</b>	Словарь и связанные с ним вопросы

*Примечание.* – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация  
Женева, 2014 г.

© ITU 2014

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.2058-0

**Характеристики цифровой системы, называемой  
"Навигационные данные", которая предназначена для радиовещания  
информации, касающейся безопасности и охраны на море,  
в направлении берег-судно в диапазоне ВЧ морской службы**

(2014)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации описана ВЧ радиосистема под названием "Навигационные данные ВЧ" (НАВДАТ ВЧ), которая предназначена для использования в морской подвижной службе, работающей в полосах частот, указанных в Приложении 17 для цифрового радиовещания информации, касающейся безопасности и охраны на море в направлении берег-судно. Эксплуатационные характеристики и системная архитектура данной радиосистемы представлены в Приложениях 1 и 2. В Приложениях 3 и 4 подробно описаны два разных режима широковещательной передачи данных. Система НАВДАТ ВЧ является дополнительной по отношению к системе НАВДАТ 500 кГц, которая описана в Рекомендации МСЭ-R М.2010, в аспекте радиопокрытия.

**Ключевые слова**

РЧ, морской, НАВДАТ, широковещательная передача, цифровой

**Сокращения/Глоссарий**

BER	Bit error rate		Коэффициент ошибок по битам
DRM	Digital radio mondiale		Всемирное цифровое радио
DS	Data stream		Поток данных
GMDSS	Global maritime distress and safety system	ГМСББ	Глобальная морская система для случаев бедствия и обеспечения безопасности
GNSS	Global navigation satellite system	ГНСС	Глобальная навигационная спутниковая система
HF	High Frequency	ВЧ	Высокая частота
IMO	International Maritime Organization	ИМО	Международная морская организация
ITU	International Telecommunication Union	МСЭ	Международный союз электросвязи
LF	Low frequency	НЧ	Низкая частота
MER	Modulation error rate		Коэффициент ошибок модуляции
MF	Medium frequency	СЧ	Средняя частота
MIS	Поток информации о модуляции		Поток информации о модуляции
NAVDAT	Navigational Data (the system name)	НАВДАТ	Навигационные данные (название системы)
NAVTEX	Navigational Telex (the system name)	НАВТЕКС	Навигационные телексы сообщения (название системы)
NBDP	Narrow band direct printing	УПБП	Узкополосная буквопечатающая телеграфия
NM	Nautical mile (1 852 metres)	м. миля	Морская миля (1 852 метра)

NVIS	Near vertical incidence sky wave		Ионосферная волна с почти вертикальным падением
OFDM	Orthogonal frequency division multiplexing		Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением
QAM	Quadrature amplitude modulation		Квадратурная амплитудная модуляция
PEP	Peak envelope power		Максимальное значение мощности огибающей
RMS	Root mean square		Среднеквадратическое значение
SFN	Single frequency network	ОЧС	Одночастотная сеть
SIM	System of information and management		Система информации и управления
S/N	Signal-to-noise ratio		Отношение сигнал/шум
TIS	Поток информации о передатчике		Поток информации о передатчике
WRC	World Radiocommunication Conference	ВКР	Всемирная конференция радиосвязи

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что высокоскоростная широковещательная передача данных в направлении берег-судно повышает эффективность эксплуатации и безопасность на море;
- b) что существующая система информации о безопасности на море (MSI), работающая в полосах ВЧ узкополосной буквопечатающей телеграфии (УПБП), имеет ограниченную пропускную способность;
- c) что появляющиеся морские навигационные системы увеличивают спрос на передачу данных в направлении берег-судно;
- d) что полоса СЧ обеспечивает ограниченное географическое покрытие,

*признавая,*

что Всемирное цифровое радио (DRM), о котором говорится в Приложении 4, включено в Рекомендацию МСЭ-R BS.1514-2,

*отмечая,*

что в Рекомендации МСЭ-R М.2010 описана система НАВДАТ, работающая на частоте 500 кГц,

*рекомендует,*

- 1 чтобы эксплуатационные характеристики широковещательной передачи информации, касающейся безопасности и охраны на море, в полосах ВЧ соответствовали Приложению 1;
- 2 чтобы системная архитектура системы широковещательной передачи информации, касающейся безопасности и охраны на море, в полосах ВЧ соответствовали Приложению 2;
- 3 чтобы технические характеристики и протоколы модема для цифровой передачи информации, касающейся безопасности и охраны на море, в направлении берег-судно в полосе ВЧ соответствовали Приложению 3 и Приложению 4;
- 4 чтобы для эксплуатации системы НАВДАТ ВЧ использовались частоты, перечисленные в Приложении 5, которое является частью Приложению 17.

## Приложение 1

### Эксплуатационные характеристики

Система НАВДАТ ВЧ может использовать простое распределение временных интервалов аналогично системе НАВТЕКС, что может координировать ИМО.

Система НАВДАТ ВЧ может также работать в режиме одночастотной сети (ОЧС), как описано в Приложении 4. В этом случае передатчики синхронизируются по частоте, а данные для передачи должны быть одинаковыми для всех передатчиков.

Цифровая система НАВДАТ ВЧ обеспечивает свободную ширококвещательную передачу любого типа сообщений в направлении берег-судно с возможностью шифрования.

#### 1 Типы сообщений

Любое радиовещательное сообщение должно поступать из защищенного и управляемого источника.

Типы сообщений для ширококвещательной передачи включают, в том числе, следующие:

- безопасность навигации;
- безопасность;
- данные о пиратстве;
- поиск и спасание;
- метеорологические сообщения;
- лоцманские или портовые сообщения;
- передача файлов службы движения судов.

#### 2 Режимы ширококвещательной передачи

##### 2.1 Общая ширококвещательная передача

Ширококвещательная передача этих сообщений осуществляется для всех судов.

##### 2.2 Избирательная ширококвещательная передача

Ширококвещательная передача этих сообщений осуществляется для какой-либо группы судов или конкретной зоны судоходства.

##### 2.3 Специализированные сообщения

Эти сообщения адресуются одному судну с использованием опознавателя морской подвижной службы.

## Приложение 2

### Архитектура системы

#### 1 Тракт широковещательной передачи

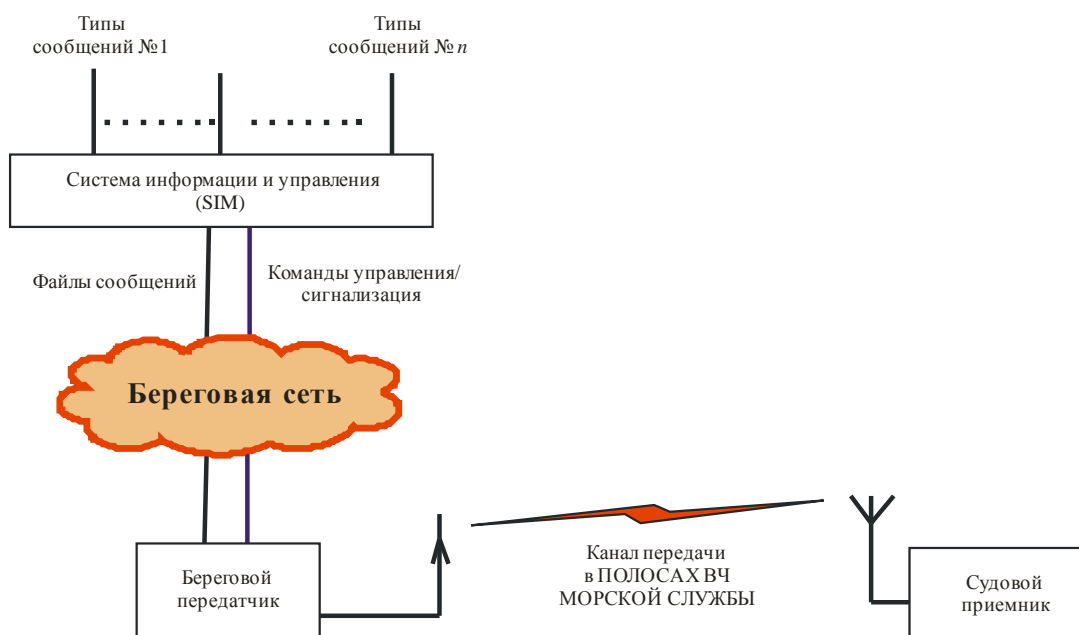
Организация системы НАВДАТ определяется выполнение следующих функций:

- Система информации и управления (SIM):
  - собирает все виды информации и управляет этой информацией;
  - создает файлы сообщений, подлежащие передаче;
  - создает программы передачи в соответствии с приоритетом файлов сообщений и потребностями повтора.
- Береговая сеть:
  - обеспечивает транспортирование файлов сообщений от источников к передатчикам.
- Береговой передатчик:
  - принимает файлы сообщений от SIM;
  - преобразует файлы сообщений в сигнал с мультиплексированием с ортогональным частотным разделением (OFDM);
  - передает РЧ сигнал на антенну для широковещательной передачи на суда.
- Канал передачи:
  - транспортирует высокочастотный радиосигнал.
- Судовой приемник:
  - демодулирует РЧ сигнал с OFDM;
  - восстанавливает файлы сообщений;
  - сортирует файлы сообщений и делает их доступными для целевого оборудования в соответствии с применениями файлов сообщений.

На рисунке 1 представлена блок-схема тракта широковещательной передачи.

РИСУНОК 1

## Блок-схема тракта широковещательной передачи НАВДАТ ВЧ



М.2058-01

### 1.1 Система информации и управления

В понятие SIM входят:

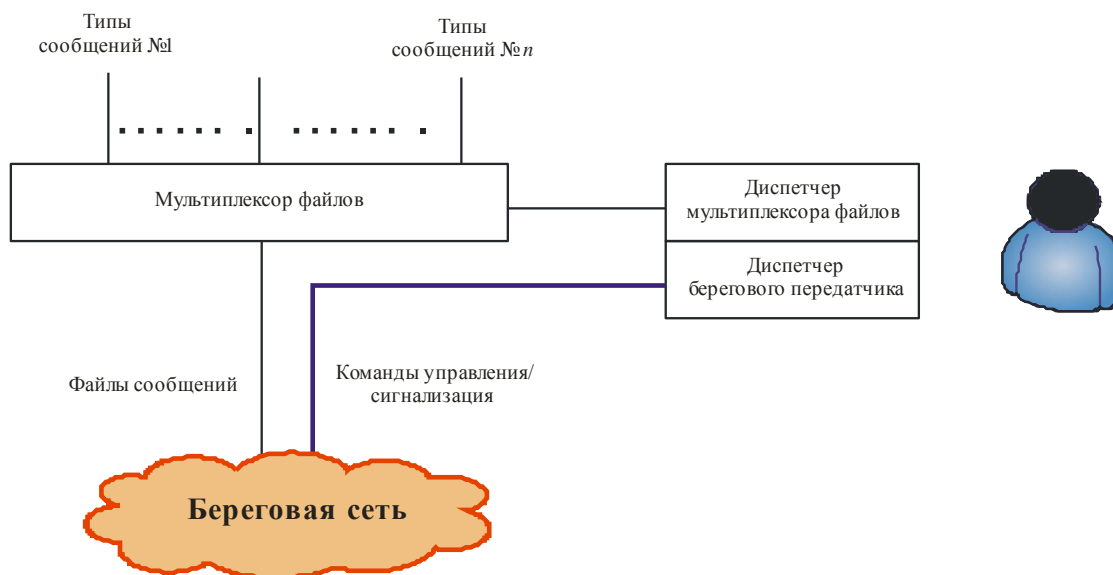
- все источники, которые доставляют сообщения в файлы (например, метеорологический центр, организации безопасности и охраны и т. д.);
- мультиплексор файлов, который является приложением, запускаемым на сервере;
- диспетчер мультиплексора файлов;
- диспетчер берегового передатчика.

Все источники подсоединены к мультиплексору файлов по сети.

На рисунке 2 представлена общая блок-схема SIM.

РИСУНОК 2

## Блок-схема системы информации и управления НАВДАТ



М.2058-02

**1.1.1 Мультиплексор файлов**

Мультиплексор файлов:

- получает файлы сообщений, доставляемые от источников данных;
- осуществляет шифрование файлов данных, если это необходимо;
- осуществляет разметку сообщений в файлах с помощью информации о получателе, статуса приоритетности и отметок времени;
- отправляет файлы сообщений на передатчик.

**1.1.2 Диспетчер мультиплексора файлов**

Диспетчер мультиплексора файлов – это интерфейс человек-машина, который обеспечивает пользователю возможность выполнять, в том числе, следующие задачи:

- просматривать файлы сообщений, поступающие из любого источника;
- определять приоритет и периодичность любого файла сообщений;
- определять получателя любого файла сообщений;
- управлять шифрованием сообщений в файлах.

Некоторые из этих функций могут быть автоматизированы. Например, приоритет и периодичность сообщения могут выбираться в зависимости от источника, из которого оно поступило, или источник может определять приоритет этого сообщения.

**1.1.3 Диспетчер берегового передатчика**

Диспетчер береговой станции – это интерфейс человек-машина, подсоединенный к передатчику по сети; он обеспечивает возможность контроля состояния передатчика с помощью следующей индикации:

- подтверждение передачи;
- сигналы оповещения;
- эффективная мощность передачи;
- отчет о синхронизации;



и управления следующими параметрами передатчика:

- мощность передачи;
- параметры OFDM (пилотные поднесущие, кодирование ошибок и т. д.);
- график передачи.

## 1.2 Береговая сеть

Береговая сеть может использовать широкополосную линию связи, линию связи с низкой скоростью передачи данных или совместное использование локальных файлов.

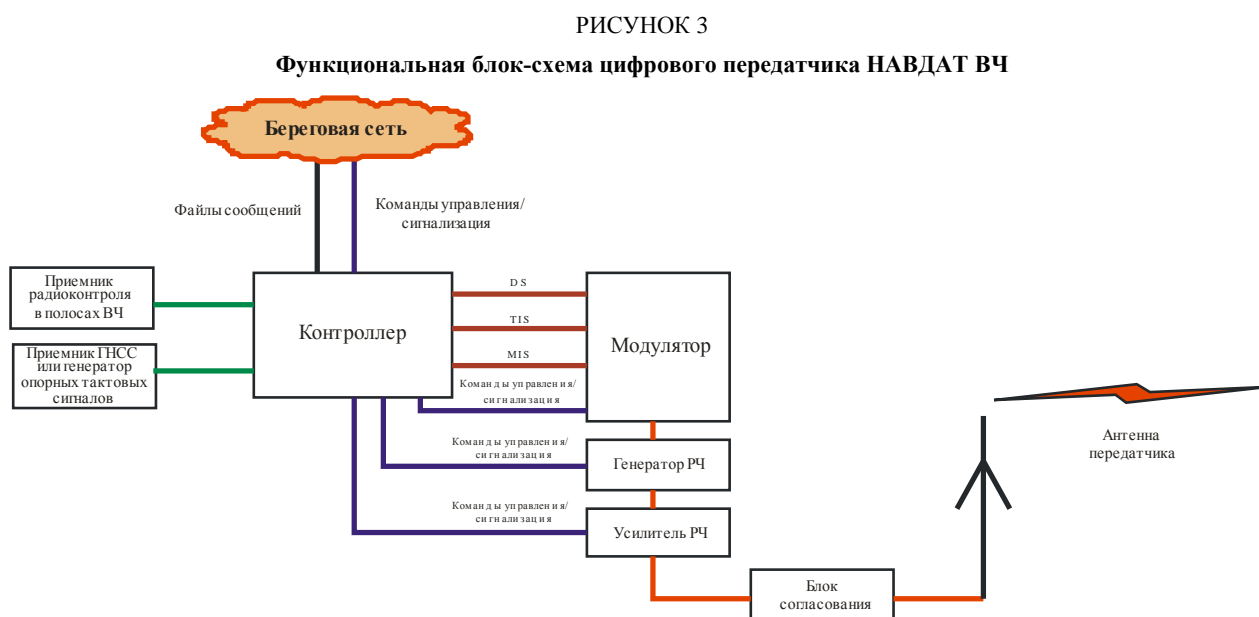
## 1.3 Описание берегового передатчика

Минимальную конфигурацию береговой передающей станции составляют:

- один локальный сервер, имеющий соединение с защищенным доступом;
- один модулятор с OFDM;
- один усилитель ВЧ РЧ;
- одна передающая антенна с блоком согласования;
- один приемник ГНСС или атомные часы для синхронизации;
- один приемник радиоконтроля со своей антенной.

### 1.3.1 Архитектура береговой системы

На рисунке 3 представлена блок-схема цифрового ВЧ передатчика.



М.2058-03

### 1.3.2 Контроллер

Контроллер выполняет следующие функции:

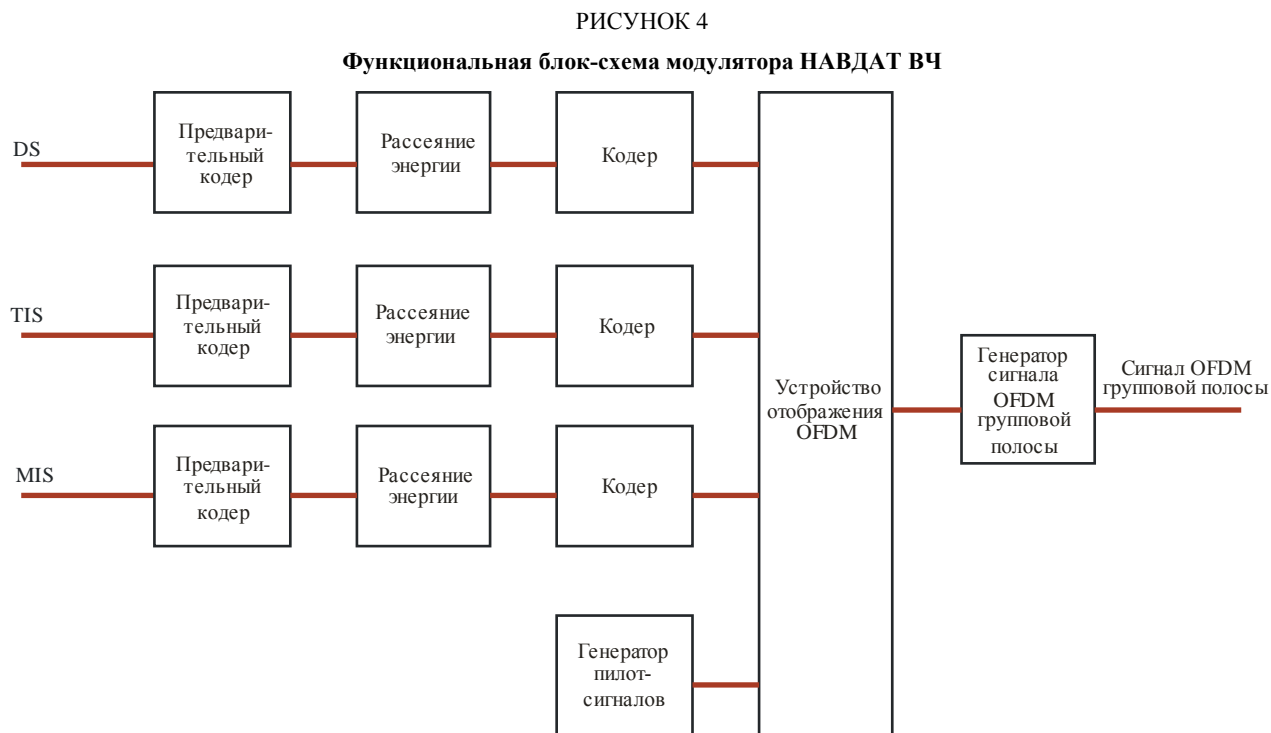
- проверка занятости полосы частот до передачи;
- синхронизация всех сигналов на береговой станции по тактовым синхросигналам;
- управление параметрами передачи, временем и графиком;
- форматирование файлов сообщений, подлежащих передаче (разделение файлов по пакетам).

Этот блок принимает определенные блоки информации:

- файлы сообщений от SIM;
- сигналы ГНСС или атомных часов для синхронизации;
- ВЧ сигнал от приемника радиоконтроля;
- сигналы управления модулятора и передатчика ВЧ.

### 1.3.3 Модулятор

На рисунке 4 представлена блок-схема модулятора.



М.2058-04

#### 1.3.3.1 Входные потоки

Для работы модулятора необходимы три входных потока:

- поток информации о модуляции (MIS);
- поток информации о передатчике (TIS);
- поток данных (DS).

Эти потоки проходят повторное кодирование и далее помещаются в сигнал OFDM устройством отображения ячеек (п. 1.3.3.3).

##### 1.3.3.1.1 Поток информации о модуляции

Данный поток используется для предоставления информации о:

- занятости спектра;
- модуляции для потока информации о передаче и потока данных (4-, 16- или 64-QAM).

Для удовлетворительной модуляции в приемнике MIS всегда кодируется по поднесущим с 4-QAM.

### 1.3.3.1.2 Поток информации о передатчике

Данный поток используется для предоставления в приемник информации о:

- кодировании ошибок для потока данных для ионосферного распространения,
- идентификаторе передатчика,
- дате и времени.

TIS может кодироваться с использованием 4- или 16-QAM.

### 1.3.3.1.3 Поток данных

Этот поток содержит файлы сообщений для передачи (эти файлы сообщений прошли предварительное форматирование мультиплексором файлов).

### 1.3.3.2 Кодирование с исправлением ошибок

Схема исправления ошибок определяет устойчивость кодирования. Скорость кодирования – это отношение скорости передачи исходных и полезных данных. Она показывает эффективность передачи и может изменяться в диапазоне от 0,5 до 0,75 в зависимости от схем и шаблонов модуляции.

### 1.3.3.3 Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением

Форматируются три потока (MIS, TIS и DS):

- кодирование;
- рассеяние энергии.

Устройство отображения ячеек организует ячейки OFDM с форматированными потоками и пилотными ячейками. Пилотные ячейки передаются в приемник для оценки радиоканала и синхронизации по РЧ сигналу.

Генератор сигналов OFDM создает сигнал OFDM групповой полосы в соответствии с выходным сигналом устройства отображения ячеек.

### 1.3.4 Генератор высокочастотного радиосигнала

Генератор высокочастотного радиосигнала переставляет сигнал групповой полосы на несущую выходного РЧ сигнала конечной частоты.

Усилитель доводит мощность РЧ сигнала до желаемого значения.

### 1.3.5 Усилитель РЧ

Функция этого участка заключается в усилении ВЧ сигнала, поступающего с выхода генератора, до необходимого уровня в целях получения желательного радиопокрытия.

Передача OFDM вводит в РЧ сигнал коэффициент амплитуды. Этот коэффициент амплитуды должен находиться в диапазоне 7–10 дБ на выходе усилителя РЧ для обеспечения корректного коэффициента ошибок модуляции (MER).

Выходная РЧ мощность берегового передатчика может регулироваться до 10 кВт PEP в зависимости от полосы частот:

Максимальная выходная РЧ мощность: 4 МГц: 5 кВт, 6 МГц: 5 кВт, 8 МГц: 10 кВт  
12 МГц: 10 кВт, 16 МГц: 10 кВт,  
18/19 МГц: 10 кВт, 22 МГц: 10 кВт

### 1.3.6 Передающая антенна с блоком согласования

Усилитель РЧ подсоединен к передающей антенне через устройство согласования полных сопротивлений.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Не требуется в случае использования широкополосной антенны.

### **1.3.7 Приемник глобальной навигационной спутниковой системы и резервные атомные опорные часы**

Эти часы используются для синхронизации местного контроллера.

### **1.3.8 Приемник радиоконтроля**

Приемник радиоконтроля выполняет проверку занятости частоты до передачи и обеспечивает возможность проверки передачи.

## **1.4 Канал передачи: оценка радиопокрытия**

На частотах ВЧ диапазона определяющими являются правила ионосферного распространения (на основе отражения от ионосферы), которые связаны с определенными параметрами, а именно: день или ночь, часы, сезон, период солнечных пятен, тип передающей антенны и радиосум в зоне приема.

В этой ситуации необходимо в течение всего времени использовать правильную частоту. В выборе правильной частоты может помочь существующее программное обеспечение ВЧ распространения. Для улучшения регионального покрытия может использоваться антенна NVIS. Также возможна многоадресная передача путем подсоединения всех передатчиков к одной широкополосной антенне.

Судовой приемник также может сканировать все разрешенные частоты, для того чтобы выбрать лучший принимаемый сигнал (см. Приложение 3, п. 1.6).

## **Приложение 3**

### **Технические характеристики НАВДАТ ВЧ**

#### **1 Принцип модуляции**

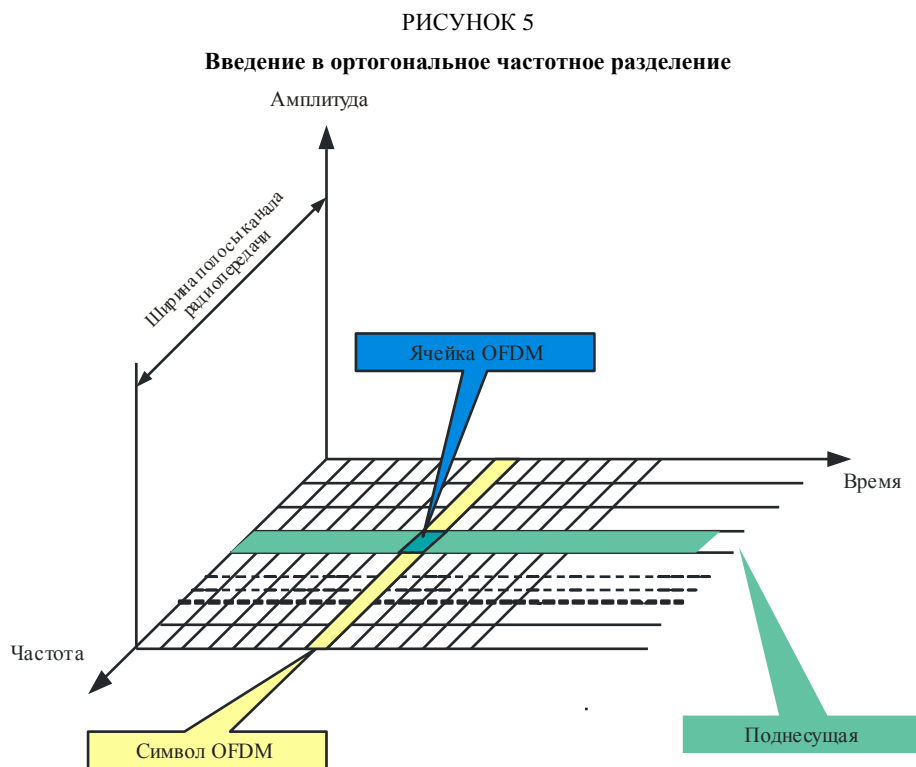
Система использует OFDM – технологию модуляции для цифровой передачи.

##### **1.1 Введение**

Ширина полосы канала радиопередачи делится в частотной области, образуя поднесущие.

Занятость канала радиопередачи систематизируется по времени, образуя символы OFDM.

Ячейка OFDM эквивалентна одной поднесущей в одном символе OFDM.



## 1.2 Принцип

Для достижения высокой эффективности использования спектра при передаче данных OFDM использует большое число близко расположенных (41,66 Гц) ортогональных поднесущих. Эти поднесущие разнесены по частоте ( $F_u = 1/T_u$ ), где  $T_u$  – длительность символа OFDM.

Для оптимизации обусловленного многолучевостью разнесения сигнала, особенно на дальних расстояниях, фазы поднесущих ортогональны относительно друг друга.

В символ OFDM вводится защитный интервал ( $T_d$ ) для уменьшения влияния многолучевости, снижая таким образом межсимвольную интерференцию.

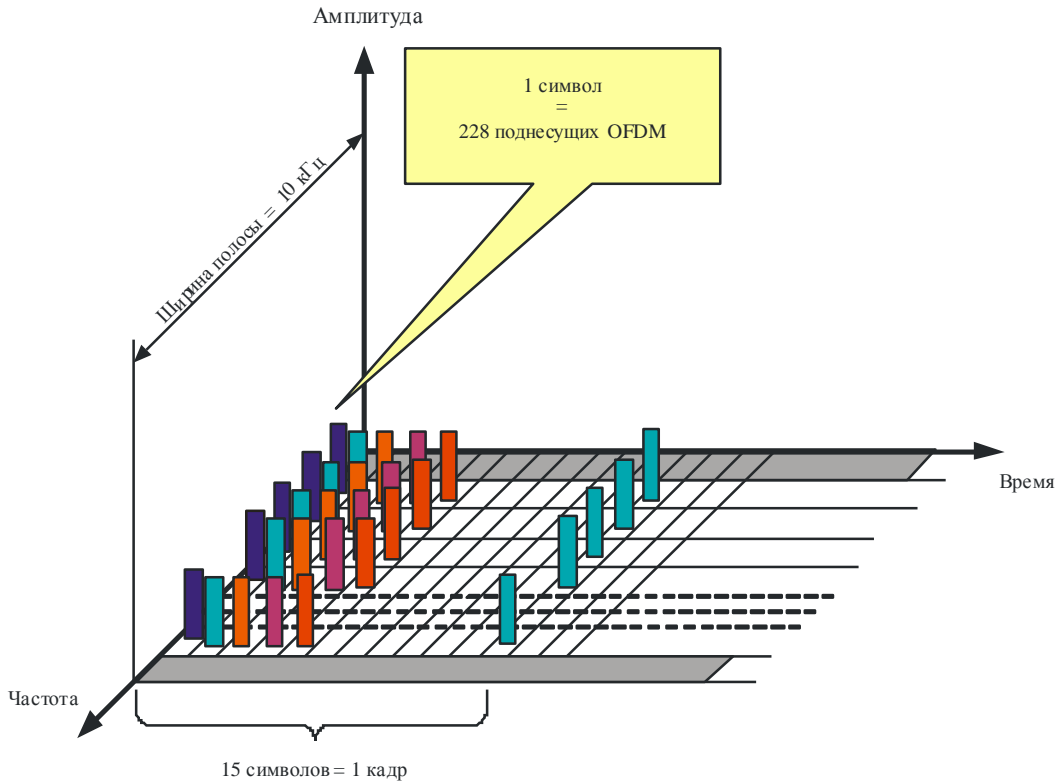
Длительность символа OFDM  $T_s = T_u + T_d$ .

Символы OFDM затем объединяются, образуя кадр OFDM.

Длительность кадра OFDM составляет  $T_f$ .

РИСУНОК 6

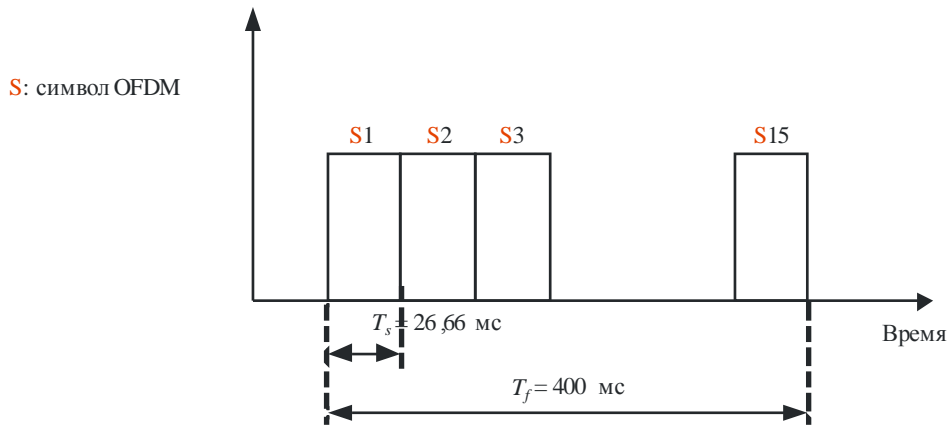
Спектральное представление кадра с мультиплексированием с ортогональным частотным разделением



М.2058-06

РИСУНОК 7

Временное представление кадра с мультиплексированием с ортогональным частотным разделением



М.2058-07

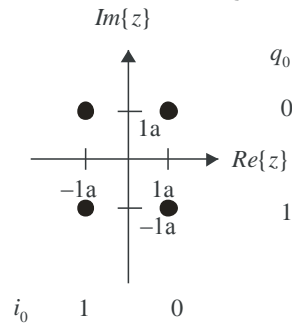
### 1.3 Модуляция

Каждая поднесущая модулируется по амплитуде и фазе (квадратурная амплитудная модуляция (QAM)).

Шаблоны модуляции могут иметь 64 состояния (6 битов, 64-QAM), 16 состояний (4 бита, 16-QAM) или 4 состояния (2 бита, 4-QAM).

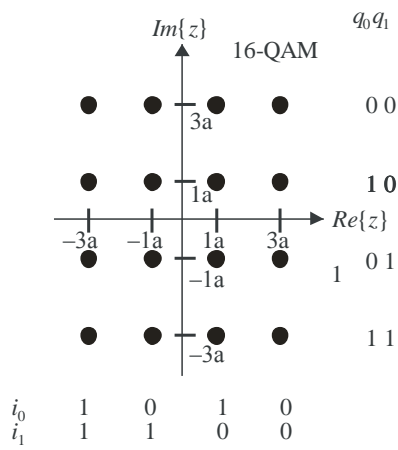
Шаблон модуляции зависит от желательной устойчивости сигнала.

РИСУНОК 8  
Группировка 4-QAM  
4-QAM



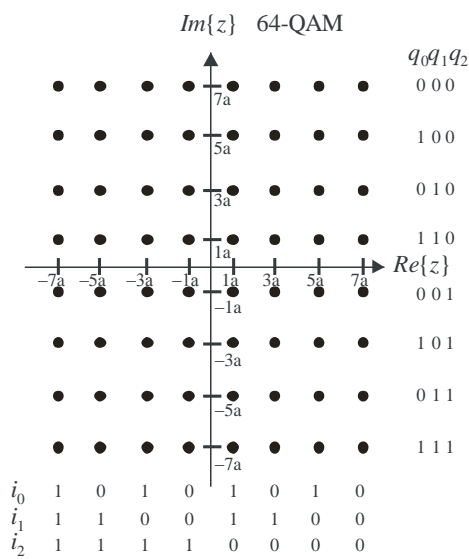
М.2058-08

РИСУНОК 9  
Группировка 16-QAM  
16-QAM



М.2058-09

РИСУНОК 10  
Группировка 64-QAM  
64-QAM



М.2058-10

## 1.4 Синхронизация

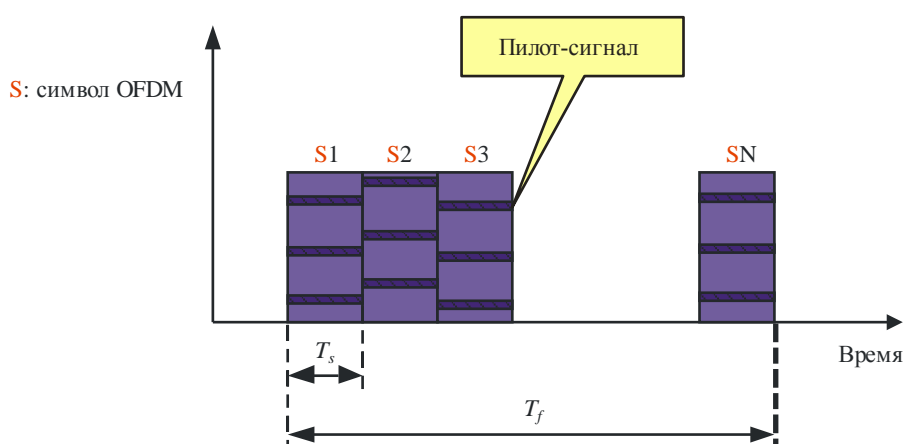
Для того чтобы обеспечить удовлетворительную демодуляцию каждой поднесущей, для каждой поднесущей должна быть определена характеристика канала радиопередачи, и должен использоваться эквалайзер. Некоторые из этих поднесущих символов OFDM переносят пилот-сигналы.

Пилот-сигналы позволяют приемнику:

- определить, принят ли сигнал;
- оценить сдвиг частоты;
- оценить канал радиопередачи.

Число пилот-сигналов зависит от желательной устойчивости сигнала.

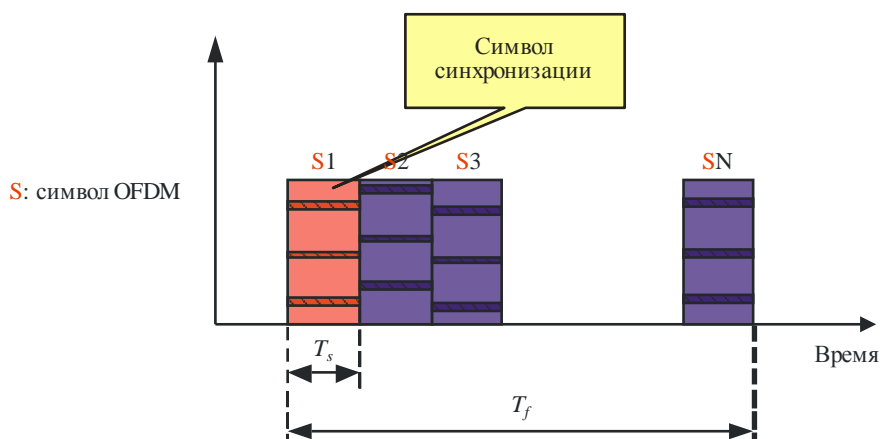
РИСУНОК 11  
Пилот-сигнал с мультиплексированием с ортогональным частотным разделением



М.2058-11

В первом символе каждого кадра OFDM в целях синхронизации используются любые поднесущие в качестве опорного времени для приемника.

РИСУНОК 12  
Символ синхронизации



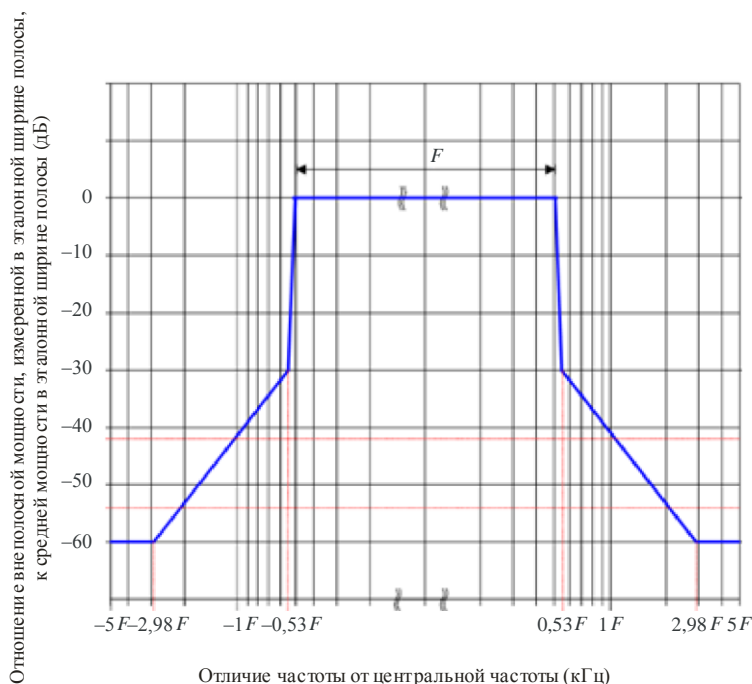
М.2058-12



## 1.5 Маска передачи РЧ сигнала

РИСУНОК 13

Маска передачи сигнала НАВДАТ РЧ с шириной полосы  $F = 10$  кГц



## 1.6 Последовательность получения возможности сканирования

Для обеспечения желательного регионального или океанического радиопокрытия каждая береговая станция НАВДАТ ВЧ должна использовать подходящую частоту с учетом условий ионосферного распространения (каналы 1–6).

По определению эта частота изменяется в течение дня/ночи.

Если требуемое радиопокрытие является значимым (например, через океан), то береговая станция НАВДАТ должна использовать несколько частот для широкополосной передачи сообщений НАВДАТ.

Береговые станции, в которых используются широкополосные антенны или полевые антенные хозяйства, могут вести одновременную передачу на нескольких частотах. Преимуществами этого является ограничение общего времени передачи и снижение риска помех с другими береговыми станциями.

Судовой приемник выберет наилучшую частоту, принятую в его зоне навигации в момент приема, что обеспечивает оптимальное отношение  $S/N$ .

Таким образом, судовой приемник находится в режиме дежурства и сканирует частоты, распределенные станции НАВДАТ ВЧ (Приложение 5).

Для обеспечения возможности выбора приемниками наилучшей частоты каждая береговая станция до широкополосной передачи сообщений НАВДАТ передает три раза последовательность длительностью 500 мс на каждой распределенной частоте через интервал 200–1000 мс, в результате чего береговая станция имеет возможность при необходимости изменить частоту и систему антенн.

В каждой последовательности длительностью 500 мс береговая станция передает:

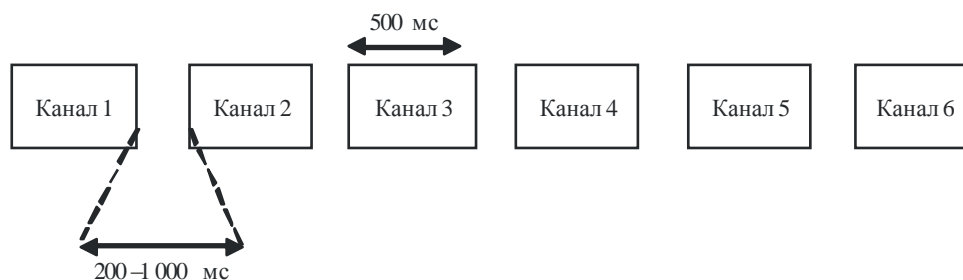
- сигналы синхронизации;
- опознаватель береговой станции;
- список частот, используемых этой береговой станцией (каналы 1–6).

Общая длительность этих передач максимально составит  $6 \times 500 = 3000$  мс, к чему добавляется продолжительность пауз от  $5 \times 200 = 1000$  мс до  $5 \times 1000 = 5000$  мс, то есть в целом максимально 8000 мс. Если береговые станции используют, например, только три частоты, длительность передачи составит  $3 \times 500 = 1500$  мс плюс длительность пауз от  $2 \times 200 = 400$  мс до  $2 \times 1000 = 2000$  мс, то есть в целом максимальная длительность составит 3500 мс.

Приемник, наряду с автоматическим выбором наилучшей частоты приема, будет также иметь возможность выбора одной или нескольких береговых станций.

РИСУНОК 14

## Последовательность передачи сообщений НАВДАТ



М.2058-14

## 2 Ожидаемая скорость полезных данных

В ширине полосы канала 10 кГц при ВЧ распространении скорость исходных данных в потоке данных (DS) составляет, как правило, порядка 20 кбит/с для сигнала с 16-QAM.

Число поднесущих, которые переносят данные, может изменяться, с тем чтобы регулировать защиту канала. Наивысший уровень защиты (защита от многолучевости, затухания, задержки и т. д.) обуславливает меньшее число полезных поднесущих.

Далее для получения скорости полезных данных к скорости исходных данных должно применяться кодирование с исправлением ошибок. При скорости кодирования 0,5–0,75 скорость полезных данных составит 10–15 кбит/с.

Более высокая скорость кодирования обеспечивает более высокую скорость передачи полезных данных, однако, соответствующим образом уменьшается радиопокрытие.

## 3 Судовой приемник НАВДАТ

### 3.1 Описание судового приемника НАВДАТ

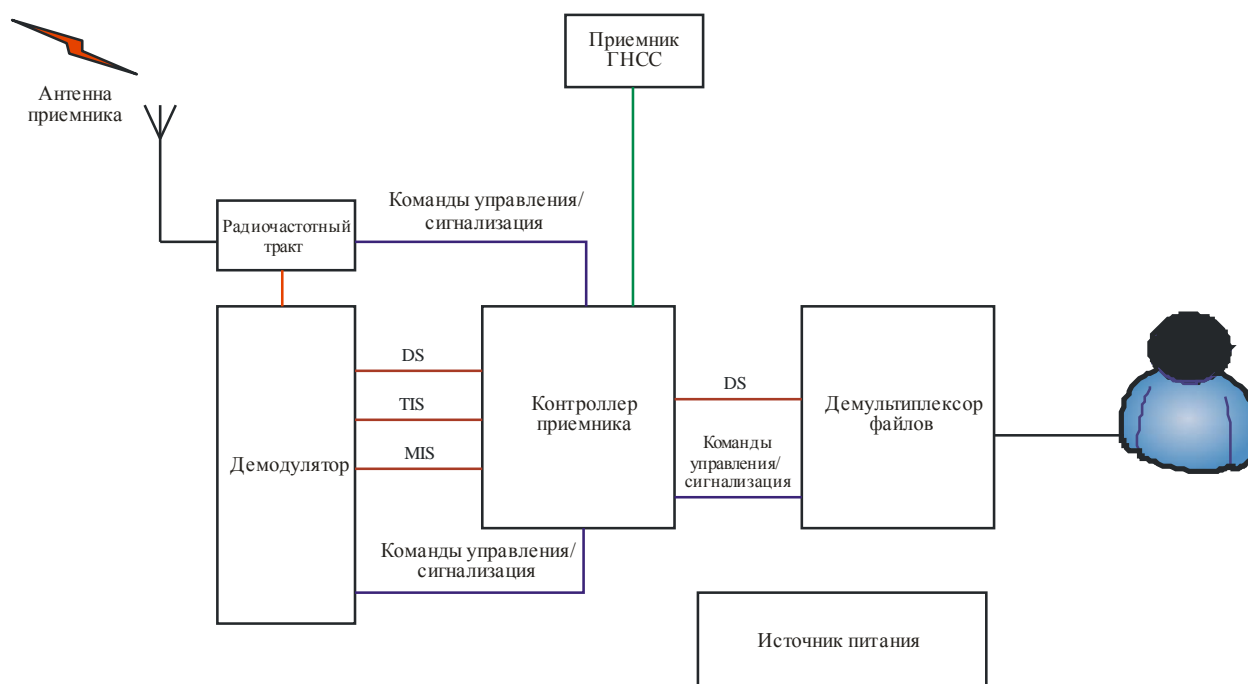
На рисунке 14 представлена блок-схема судового приемника.

Приемник НАВДАТ ВЧ может быть полностью совместим с приемником НАВДАТ СЧ путем лишь адаптации радиочастотного тракта для приема 500 кГц + частоты ВЧ. Сканирование разрешено в канале ВЧ, но прием 500 кГц и прием ВЧ полностью разделены и независимы. Антенна может быть аналогичной штыревой.

Типовой цифровой приемник НАВДАТ 500 кГц и НАВДАТ ВЧ состоит из следующих базовых блоков:

- приемная антенна и антенна ГНСС;
- РЧ тракт;
- демодулятор;
- демультимплексор файлов;
- контроллер;
- источник питания.

РИСУНОК 15  
Логическая схема приемника НАВДАТ



М.2058-15

### 3.1.1 Приемная антенна и антенна глобальной навигационной спутниковой системы

Приемная антенна может быть антенной поля Н (рекомендована на судах с высоким уровнем шума) или антенной поля Е.

Антенна ГНСС (или подсоединение к существующему судовому приемнику ГНСС) также необходима для получения местоположения судна.

### 3.1.2 Радиочастотный тракт

Этот блок включает РЧ фильтр, РЧ усилитель и выход групповой полосы с полной возможностью сканирования.

Необходимы высокая чувствительность и большой динамический диапазон.

### 3.1.3 Демодулятор

Это устройство демодулирует сигнал OFDM групповой полосы и восстанавливает поток данных, который содержит переданные файлы сообщений.

Демодулятор выполняет следующие функции:

- синхронизация по времени/частоте;
- оценка канала;
- автоматическое восстановление модуляции;
- исправление ошибок.

Приемник НАВДАТ должен иметь возможность автоматического определения следующих параметров модуляции:

- 4-, 16- или 64-QAM;
- схема поднесущих;
- тип исправления ошибок.

В дополнение к DS он представляет поле информации в TIS и MIS. Кроме того, он представляет дополнительную информацию о канале:

- расчетное значение  $S/N$ ;
- BER;
- MER.

### 3.1.4 Демультимплексор файлов

Демультимплексор файлов:

- принимает файлы сообщений от контроллера;
- проверяет, помечены ли файлы для работы данного демодулятора (тип режима широковещательной передачи);
- расшифровывает файлы при необходимости и наличии возможности;
- делает файлы сообщений доступными для приложения терминала, которое использует файлы сообщений;
- определяет устаревшие файлы сообщений.

В зависимости от конечного приложения файл сообщения может быть:

- сохранен в бортовом сервере, доступном по судовой сети;
- направлен непосредственно конечному приложению.

Должен предоставляться интерфейс человек-машина для отображения целевых сообщений и конфигурирования интерфейса с бортовыми устройствами, предназначенными для данного применения (например, электронной навигации), и управления разрешениями на борту судна (опознаватель судна, шифрование). Этот интерфейс может быть специализированным приложением, запускаемым на внешнем компьютере, а приемник может быть устройством типа "черный ящик".

### 3.1.5 Контроллер

Контроллер:

- извлекает файлы сообщений из DS (компоновка пакетов в файлы);
- интерпретирует TIS и MIS и другие блоки информации, представляемые демодулятором;
- собирает следующую информацию от демультимплексора файлов:
  - общее число декодированных файлов сообщений;
  - число доступных файлов сообщений;
  - событие ошибки (например, ошибки дешифрования).

Для отображения и проверки параметров приема может предоставляться интерфейс человек-машина.

### 3.1.6 Источник питания

Основной источник питания должен быть согласован с основным источником питания на судне.

## 4 Спецификация эксплуатационных параметров приемника НАВДАТ

Данные расчетные спецификации судового приемника приведены ниже с целью получения минимального отношения  $S/N$  для удовлетворительной демодуляции OFDM (4-QAM, 16-QAM или 64-QAM).

ТАБЛИЦА 1

**Спецификация эксплуатационных характеристики НАВДАТ ВЧ**

Полоса частот	4–22 МГц, полоса морской службы
Защита по соседнему каналу	> 40 дБ на 5 кГц
Коэффициент шума	< 10 дБ
Полезная чувствительность при BER = 10 <sup>-4</sup> после исправления ошибок	< -100 дБм
Динамика	> 80 дБ
Минимальное используемое РЧ поле (с адаптированной приемной антенной)	20 дБ(мкВ/м)

**Приложение 4****Режим одночастотной сети всемирного цифрового радио****1 Поясняющая информация о всемирном цифровом радио**

Международный стандарт цифрового радиовещания – всемирное цифровое радио (DRM) – используется для цифрового радиовещания на СЧ и ВЧ. DRM является проверенной технологией, которая обеспечивает наилучшее покрытие, повышает четкость сигнала (благодаря цифровому кодированию с исправлением ошибок), устраняет помехи, вызываемые многолучевостью (в том числе ионосферные помехи) и, таким образом, расширяет покрытие сигналов, распространяемых посредством ионосферной волны. Широковещательные передачи DRM реализуются с обоими режимами модуляции – 16-QAM и 64-QAM, в зависимости от требований к покрытию, местоположения передатчика, мощности и высоты антенны.

**1.1 Работа в режиме одночастотной сети**

Система DRM может поддерживать режим, называемый "работа в режиме одночастотной сети (ОЧС)". В этом случае несколько передатчиков ведут передачу идентичных сигналов данных на той же частоте и в то же время. В общем, эти передатчики размещены так, чтобы достигалось перекрытие зон покрытия, где радиостанция будет принимать сигналы от нескольких передатчиков. При условии, что эти сигналы поступают с разницей во времени, меньшей защитного интервала, они обеспечат положительное усиление сигнала. Таким образом, в данном местоположении будет расширена зона обслуживания по сравнению с зоной, достигаемой при использовании одного передатчика для обслуживания в этом местоположении. При тщательном проектировании и использовании нескольких передатчиков в ОЧС, можно добиться полного покрытия региона или страны при использовании одной частоты и, в данном применении, одного временного интервала, что существенно повысит эффективность использования спектра.

**Приложение 5****Частоты системы НАВДАТ ВЧ**

<b>Канал</b>	<b>Диапазоны частот морской службы</b>	<b>Центральная частота</b>	<b>Пределы</b>
С1	Диапазон 4 МГц	4 226 кГц	4 221–4 231 кГц
С2	Диапазон 6 МГц	6 337,5 кГц	6 332,5–6 342,5 кГц
С3	Диапазон 8 МГц	8 443 кГц	8 438–8 448 кГц
С4	Диапазон 12 МГц	12 663,5 кГц	12 658,5–12 668,5 кГц
С5	Диапазон 16 МГц	16 909,5 кГц	16 904,5–16 914,5 кГц
С6	Диапазон 22 МГц	22 450,5 кГц	22 445,5–22 455,5 кГц