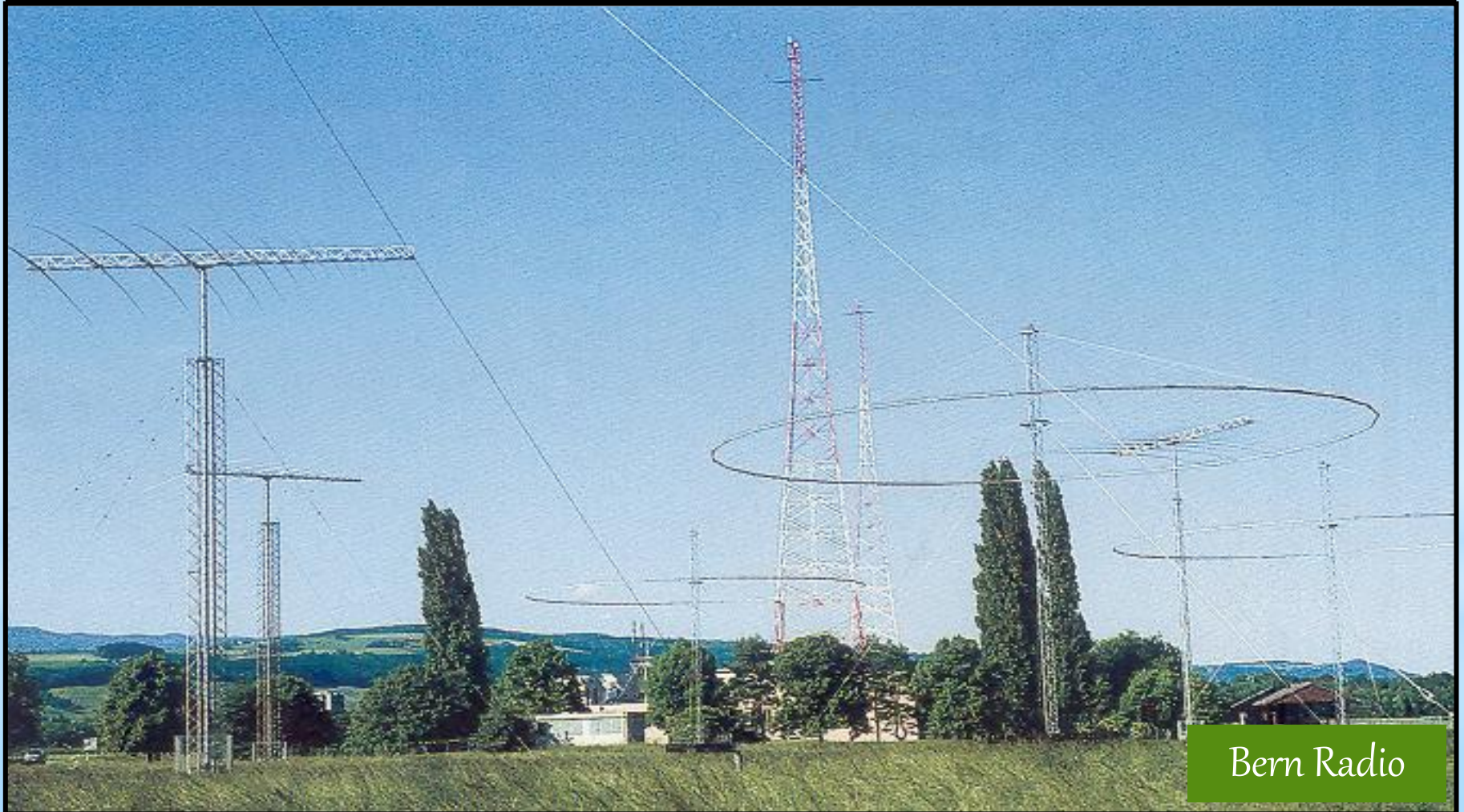


Основные параметры электромагнитных колебаний и распространение радиоволн. Классы излучений.

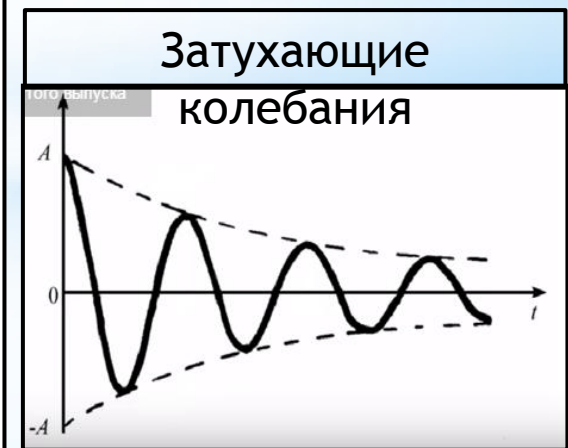
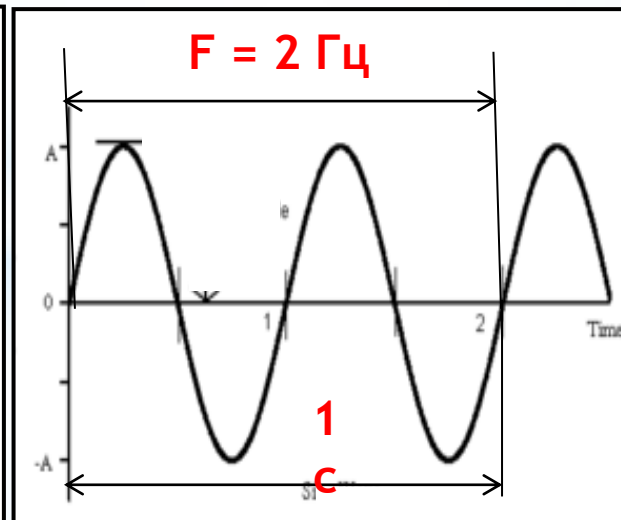
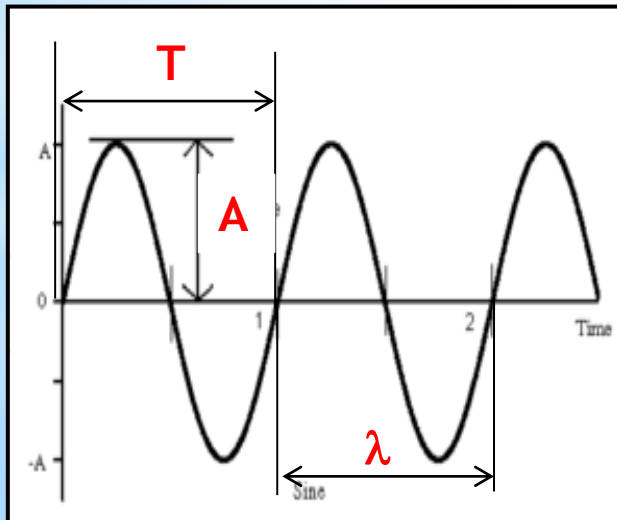


Bern Radio

Радиоволны – электромагнитные колебания ниже 3000 ГГц, которые могут распространяться в пространстве без искусственного волновода.

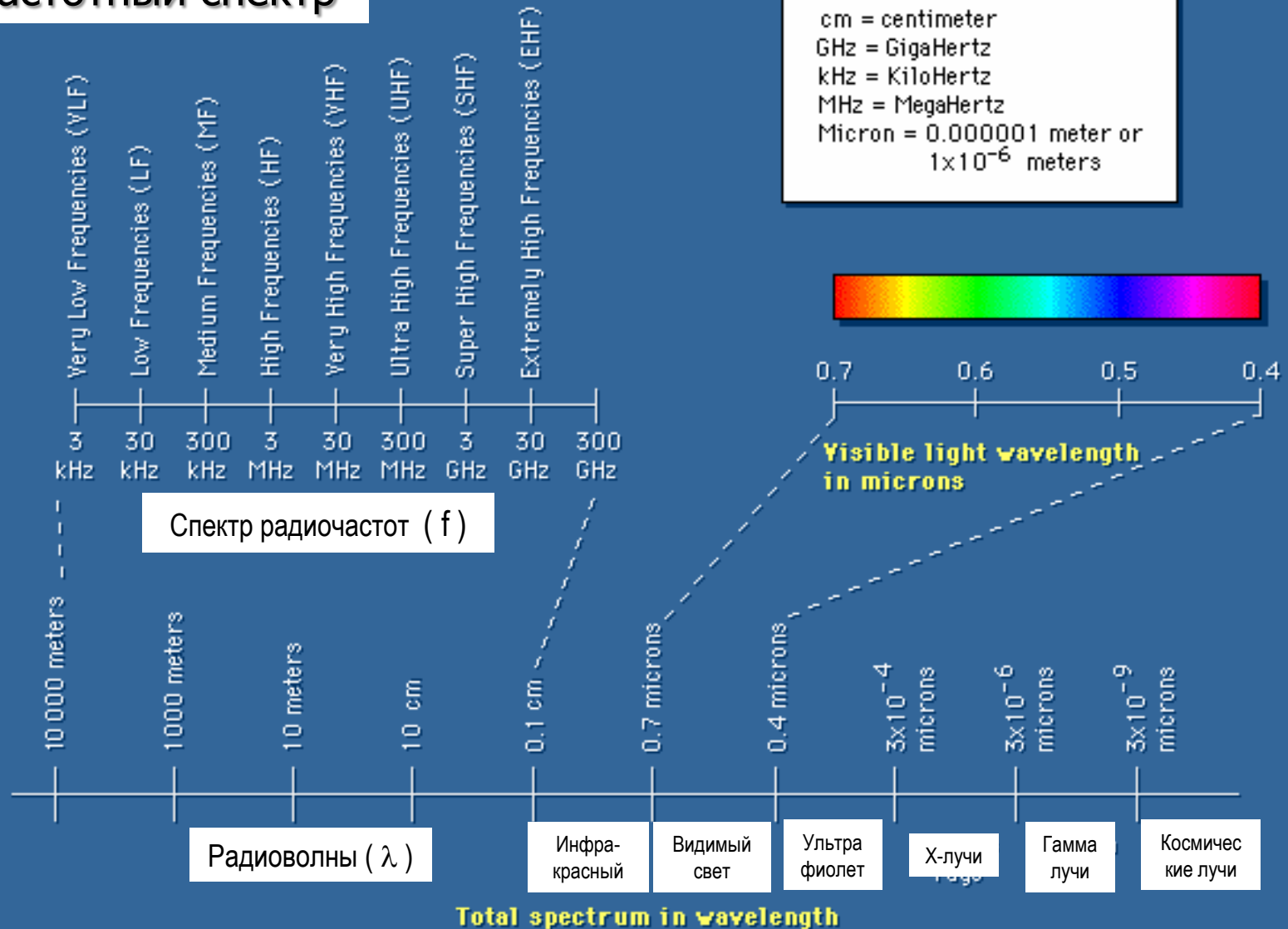
Основные параметры:

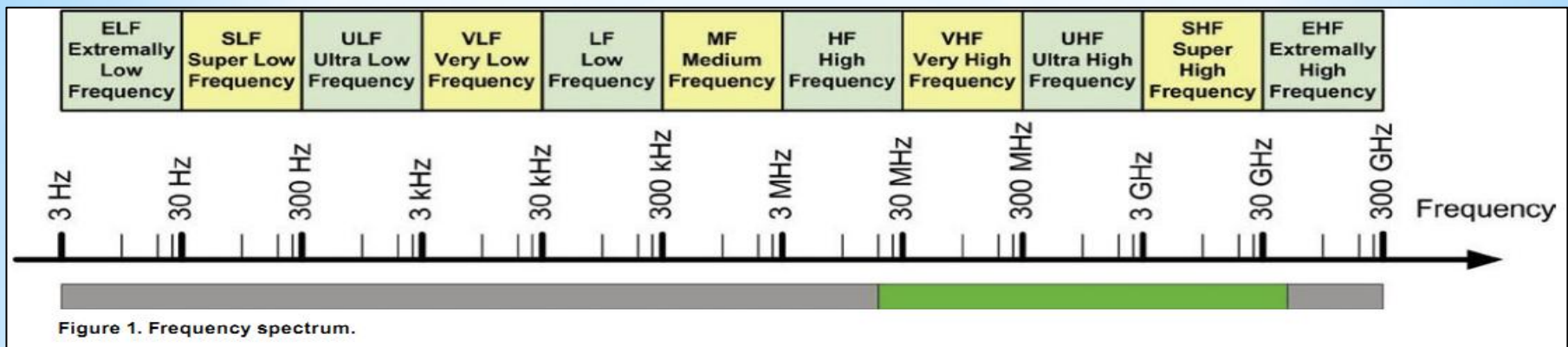
- ❑ Период (**T**) – время в течение которого происходят все изменения сигнала и по истечении которого эти изменения повторяются; измеряется в единицах времени;
- ❑ Частота (**F**) – количество периодов в 1 с. Измеряется в Гц, кГц, МГц, ГГц.
- ❑ Длина волны (**λ**) – расстояние, которое проходит радиоволна за время одного периода (скорость распространения принимается равной $c = 300 \cdot 10^3$ км/с);
$$\lambda = c \cdot T = c : f \quad \lambda \text{ (м)} = 300 : f \text{ (МГц)}$$
- ❑ Амплитуда (**A**) – максимальное значение сигнала за период;
- ❑ Незатухающие колебания – колебания амплитуда сигнала которых остается постоянной;
- ❑ Затухающие – колебания, амплитуда которых со временем уменьшается.
- ❑ Фаза – временное расположение сигнала на оси времени (измеряется в градусах).



Деление спектра электромагнитных колебаний на поддиапазоны

Частотный спектр





МЕЖДУНАРОДНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ РАДИОВОЛН

№ поддиап. зона	Обозн. лат.	Обозн. русс.	Частоты	Длина волны	Где используются в МПС
4	VLF	ОНЧ	3 – 30 кГц	100 – 10 км	РНС "Omega" (10 ÷ 14 кГц; закрыта).
5	LF	НЧ	30 – 300 кГц	10 – 1 км	РНС "Loran-C" (100 кГц); РНС "Decca" (70 ÷ 130 кГц).
6	MF	СЧ	300 – 3000 кГц	1 – 0,1 км	РНС "Loran – A" (1.85 ÷ 1.95 МГц); связь; радиопеленгование.
7	HF	ВЧ	3 – 30 МГц	100 – 10 м	Радиосвязь в полосах: 4, 6, 8, 12, 16, 18, 22, 25, 26 МГц.
8	VHF	ОВЧ	30 – 300 МГц	10 – 1 м	Радиосвязь в полосе 156 ÷ 174 МГц; АИС/AIS; AIS-SART.
9	UHF	УВЧ	300 – 3000 МГц	1 – 0,1 м	Внутрисудовая связь; косм. связь; РЛС (S-band); АРБ/EPIRB.
10	SHF	СВЧ	3 – 30 ГГц	10 – 1 см	Космическая связь; РЛС (X-band); РЛО/SART
11	EHF	КВЧ	30 – 300 ГГц	10 – 1 мм	Космическая связь Ka-band.
12	HHF	ГВЧ	300 – 3000 ГГц	1 – 0,1 мм	

Источник: ARTICLE 2, Section 1; Руководство морской подвижной службы и морской подвижной спутниковой службы, издание 2005 г.

Обозначение классов излучения, применяемых в МПС

Диапазон	Вид связи	Обозначение	
		Официальное	Применяемые на практике
VHF	Телефония	F3E / G3E	F3E/G3E simplex; F3E/G3E duplex; telephony.
	DSC	G2B	
MF/HF	Телефония	J3E	USB; SSB; SSB telephony; telephony; telecom.
	DSC / Tlx	F1B / J2B	Telex; Tlx; teleprinter; NBDP.

Свойства радиоволн сильно зависят от частоты. Для удобства характеристики электромагнитных колебаний их условно разделили на поддиапазоны. Условно принято считать, что в пределах поддиапазона радиоволны сохраняют основные характеристики.

**Проблемы, связанные с передачей низкочастотных сигналов.
Необходимость использования несущей частоты.**

Из теории антенных устройств известно, что антенна тогда может эффективно излучать радиоволны, когда ее длина кратна длине волны и равна не менее $\frac{1}{4}$ длины волны. Т. о. чтобы передать речь коммерческого качества 300 - 2800 Гц необходимо соорудить антенну порядка 2,5 км, что практически невозможно.

Эта проблема была успешно решена путем модуляции несущей частоты, частоты более высокой, для которой можно построить нормально антенну, полезным сигналом. Т.е. изменение одного из параметров несущей частоты (амплитуды, частоты или фазы) по закону полезного сигнала. Отсюда произошло название модуляции: амплитудная, частотная или фазовая.

ITU/МСЭ установил международную классификацию излучений в зависимости от способа модуляции (Приложение 1 к Регламенту радиосвязи).

Примеры амплитудной и частотной модуляции и принцип передачи и приема модулированных сигналов

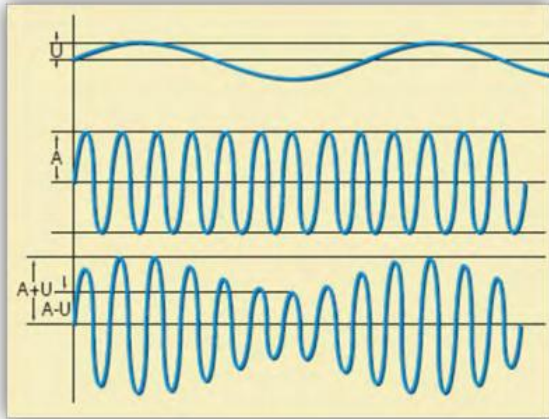


Figure 18: Amplitude modulation

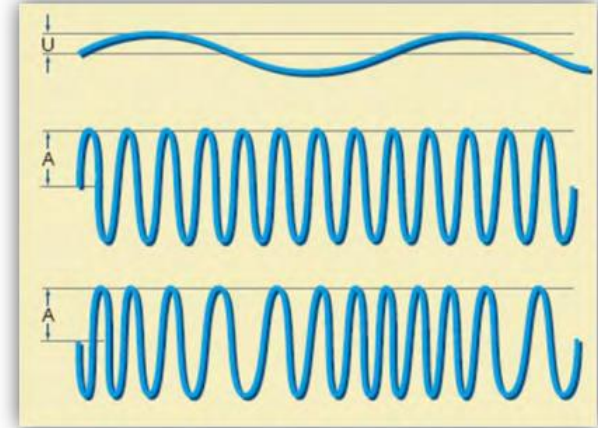
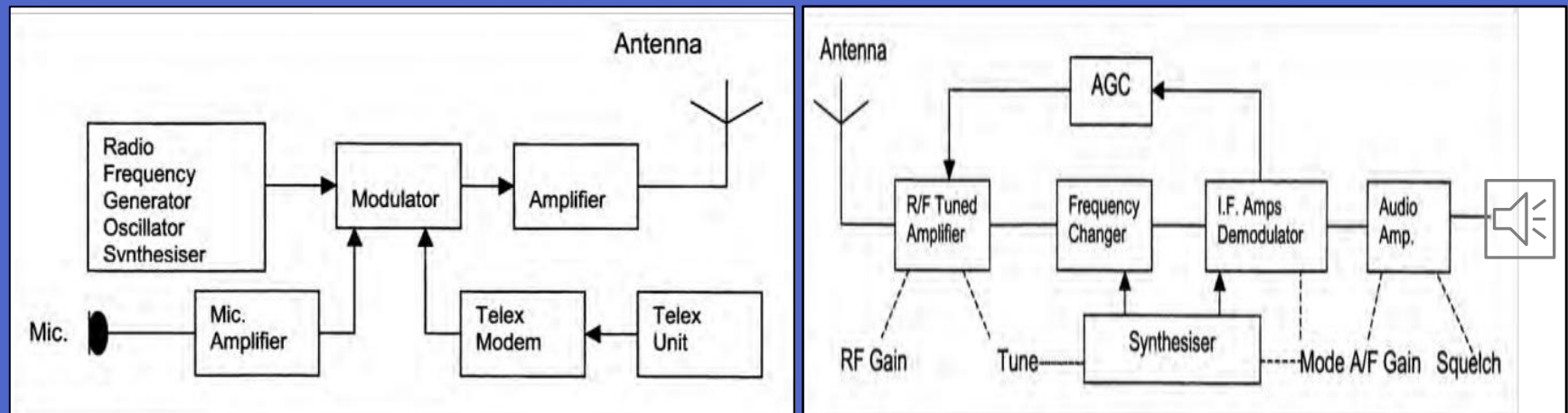
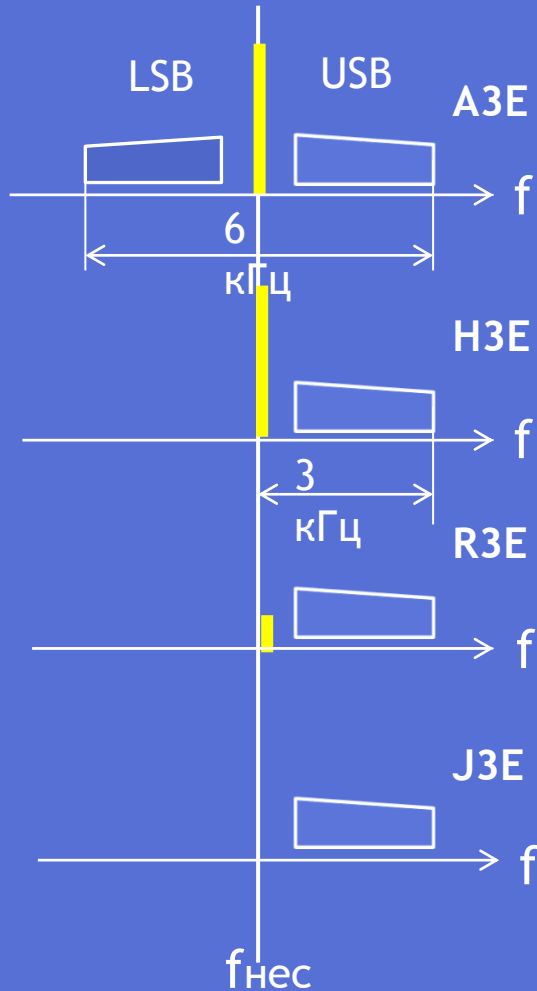


Figure 17: Frequency modulation



Классификация излучений

(Приложение 1 к Регламенту радиосвязи)



J	3	E
F	1	B
1	2	3

1 - Тип модуляции основной несущей:

- A – двухполосная амплитудная;
- H – однополосная с полной несущей;
- R – однополосная с ослабленной несущей;
- J – однополосная с подавленной несущей;
- F – частотная модуляция;
- G – фазовая модуляция...

2 – характер модулирующего сигнала:

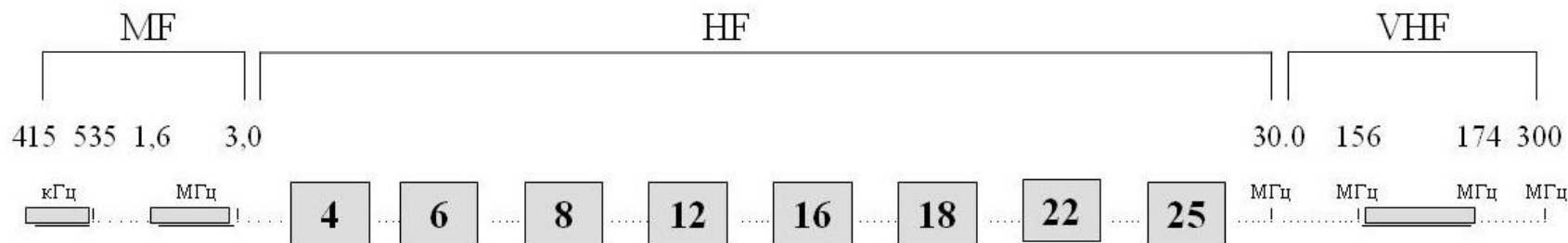
- 0 – отсутствие модуляции;
- 1 – один канал, содержащий квантованную или цифровую информацию, без использования модулирующей поднесущей;
- 2 – один канал, содержащий квантованную или цифровую информацию при использовании модулирующей поднесущей;
- 3 – один канал с аналоговой информацией...

3 – тип передаваемой информации:

- N – отсутствие передаваемой информации;
- A – телеграфия для слухового приема;
- B – телеграфия для автоматического приема;
- C – факсимильная связь;
- D – передача данных;
- E – телефония;
- F – телевидение (видео)...

4-ый знак – подробные данные о сигнале и
5-ый знак – характер уплотнения не являются обязательными и применяются редко.

ПОЛОСЫ ЧАСТОТ, ВЫДЕЛЕННЫЕ ДЛЯ МОРСКОЙ ПОДВИЖНОЙ СЛУЖБЫ



415 – 535 кГц, 1605 – 4000 кГц, 4,0 – 27,5; 156 – 174 МГц.

4 - 4063 – 4438

12 - 12230 – 13200

22 - 22000 - 22855

6 - 6200 – 6525

16 - 16360 – 17410

25 - 25070 – 26175 кГц

8 - 8195 – 8815

18 - 18780 - 19800

26 – 40 ГГц - Inmarsat

406,0 – 406,1 МГц для буев-указателей места бедствия системы Cospas-Sarsat.

1,5 ГГц ИСЗ – судно; 1,6 ГГц судно – ИСЗ; 4,0 ГГц ИСЗ – СЕС; 6,0 ГГц СЕС – ИСЗ.

КЛАССЫ ИЗЛУЧЕНИЙ:

Телефония
Телекс/DSC

MF/HF
J3E
J2B или **F1B**

VHF
G3E или **F3E**
G2B

МЕЖДУНАРОДНЫЕ DSC ВЫЗЫВНЫЕ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ВЫЗОВОВ С ЦЕЛЮ ОБМЕНА
ОБЩЕСТВЕННОЙ КОРРЕСПОНДЕНЦИЕЙ

(DSC ROUTINE CALL INTERNATIONAL; Annex 5 ITU-R M.541-10)

СУДНО – БЕРЕГ

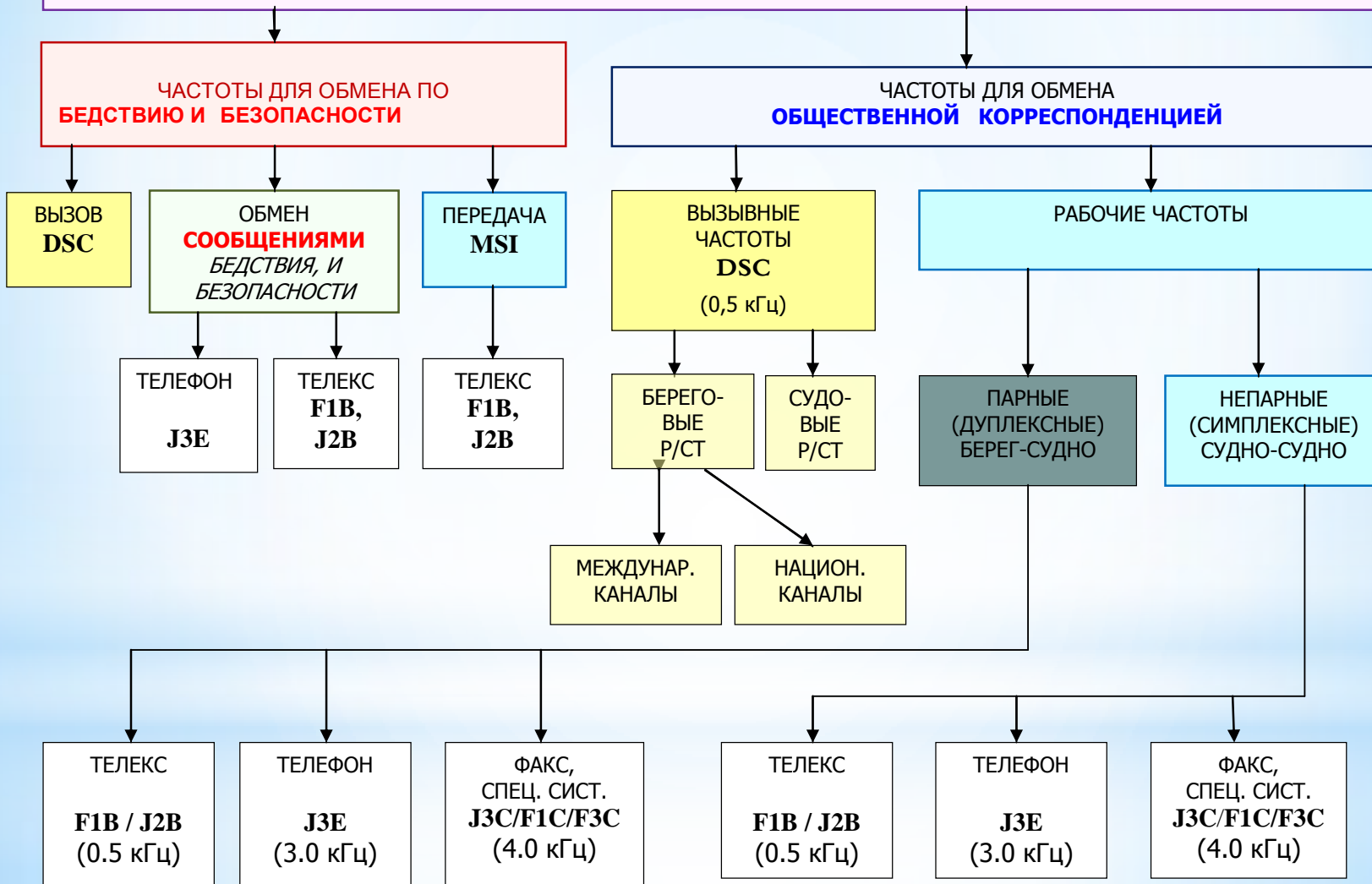
СУДНО – СУДНО

Band	Ship freq.	Coast freq.	Band	Ship freq.1	Ship freq.2
VHF	Ch. 70	Ch. 70	VHF	Ch. 70	Ch. 70
MF	458.5	455.5	MF	—	—
MF	2189.5	2177.0	MF *	2177.0	—
HF4	4208.0	4219.5	HF4	4208.5	4209.0
HF6	6312.5	6331.0	HF6	6313.0	6313.5
HF8	8415.0	8436.5	HF8	8415.5	8416.0
HF12	12577.5	12657.0	HF12	12578.0	12578.5
HF16	16805.0	16903.0	HF16	16805.5	16806.0
HF18	18898.5	19703.5	HF18	18899.0	18899.5
HF22	22374.5	22444.0	HF22	22375.0	22375.5
HF25	25208.5	26121.0	HF25	25209.0	25209.5

* – международная вызывная частота для DSC вызовов судно – судно.

ЧАСТОТЫ, ВЫДЕЛЕННЫЕ ДЛЯ РАБОТЫ МПС

RR, Article 52, Appendixes 17, 18 and ITU-R M.541-10



VHF распространяются прямолинейно, не отражаются ионосферой и свободно проникают в космос. Подвержены эффекту экрана, поскольку отражаются от твердых предметов. Обеспечивают связь в пределах прямой видимости. Отсутствуют атмосферные помехи. Дальность распространения зависит от высоты установки приемной и передающей антенн.

MF могут распространяться как поверхностным так и отраженным лучами. Дальность действия определяется по поверхностному лучу и составляет примерно 150 – 200 морских миль. Зависит от мощности передатчика, чувствительности приемника и эффективности антенных устройств. Для каждой конкретной береговой станции можно определить в ALRS V.

Пространственный луч в дневное время поглощается ионизированным слоем и на дальность связи не влияет. В ночное время луч отражается от ионизированного слоя и обеспечивает связь на значительные расстояния. Такая связь является неустойчивой и подвержена замираниям за счет интерференции.

Диапазон подвержен активным атмосферным помехам, особенно во время грозы.

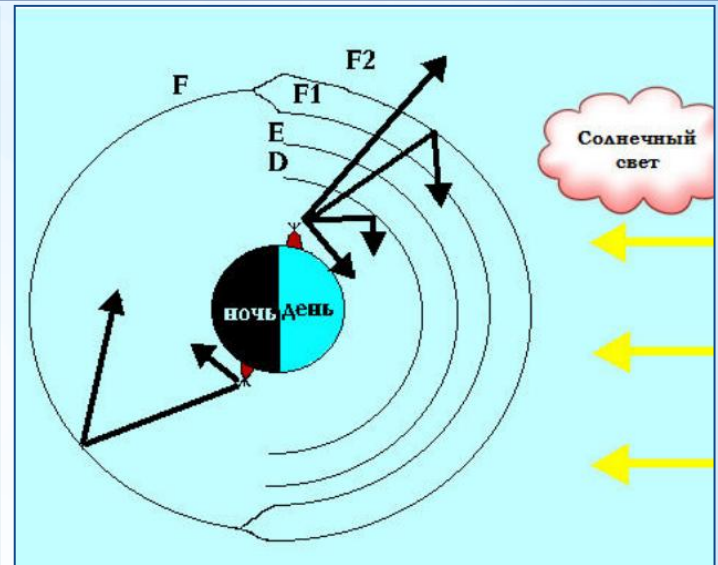
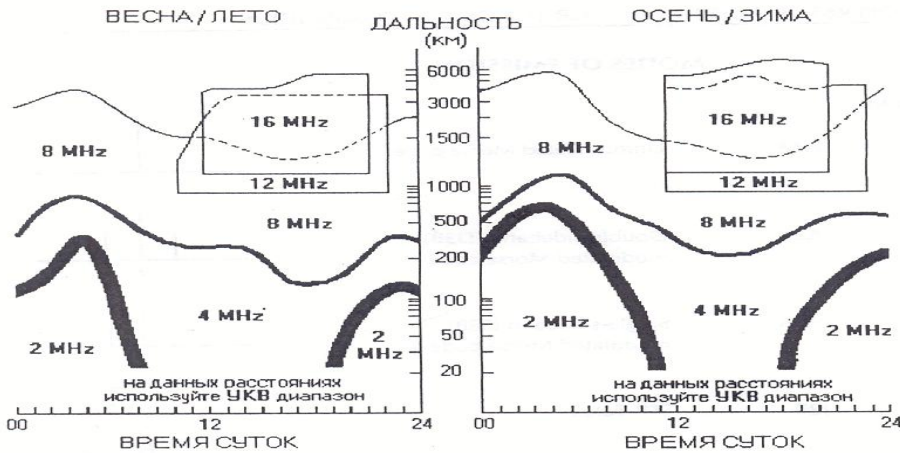
HF поверхностный луч активно поглощается подстилающей поверхностью и распространяется на незначительные расстояния, а пространственный луч хорошо отражается от земли и ионосферы, что позволяет радиоволне распространяться на большие расстояния за счет многократного отражения (скачков).

Днем частоты нижней части HF сильно поглощаются слоями D и E, а ночью, когда ионизация слабая, более высокие частоты слабо отражаются от слоя F и даже проходят сквозь него. Поэтому:

- Днем работают более высокие частоты – 12 МГц и выше;
- Ночью – более низкие частоты – 8 МГц и ниже.

Распространение радиоволн

ЗАВИСИМОСТЬ ДАЛЬНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНОВ ОТ ВРЕМЕНИ СУТОК И СЕЗОНА



3 механизма распространения радиоволн:

- Прямолинейное (line of sight);
- Поверхностным лучом (ground wave);
- Отраженным лучом (sky wave)/

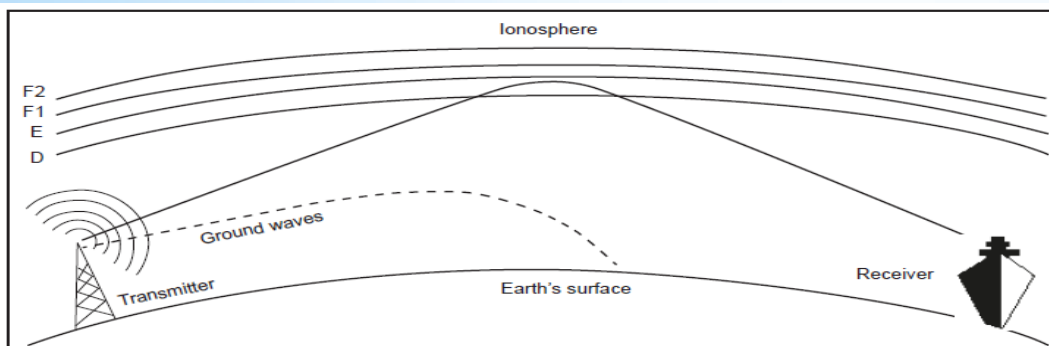


Figure 5 — Propagation of ground waves and sky waves

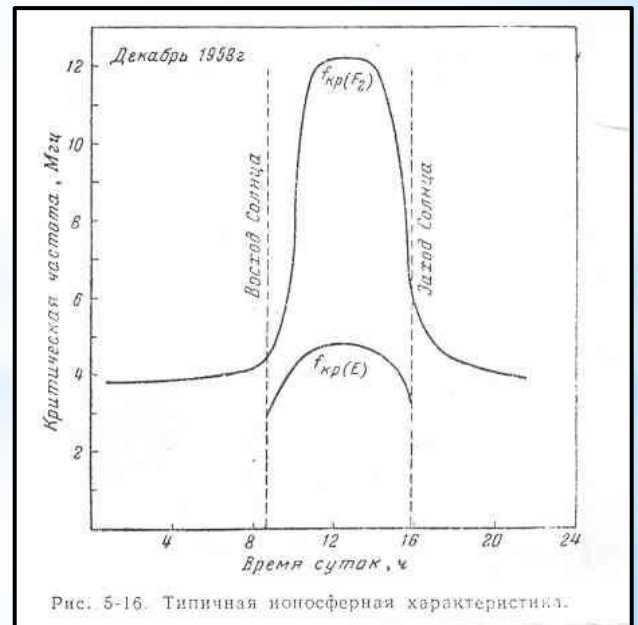
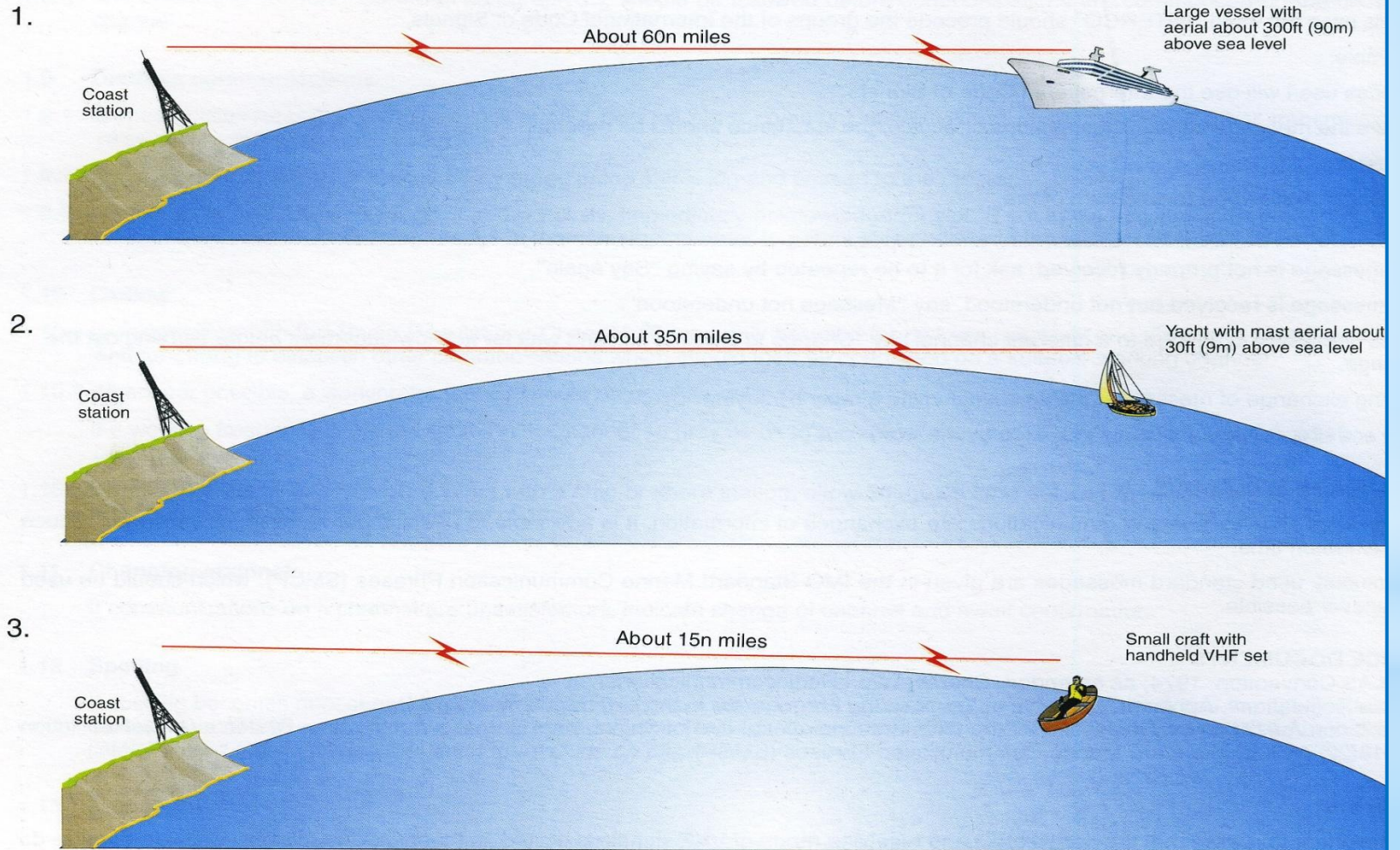


Рис. 5-16. Типичная ионосферная характеристика.

Figure 13 - Typical VHF ranges

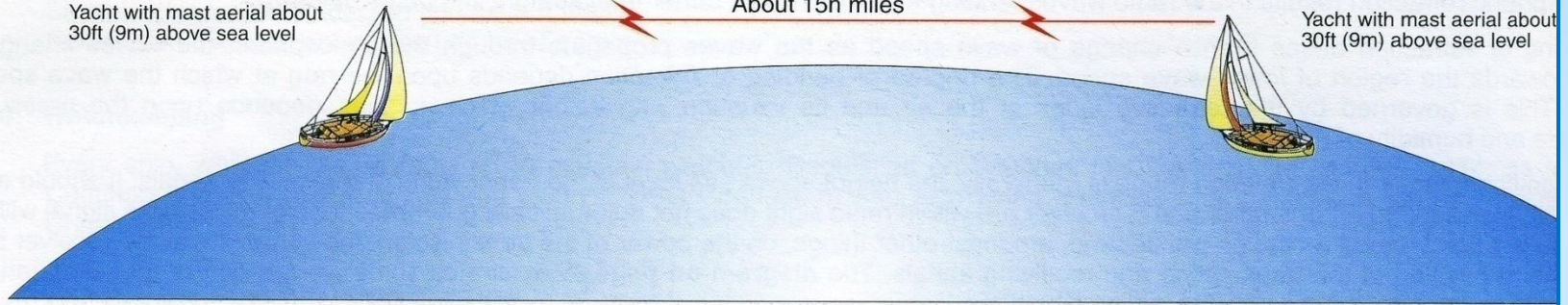


4.

Yacht with mast aerial about 30ft (9m) above sea level

About 15n miles

Yacht with mast aerial about 30ft (9m) above sea level

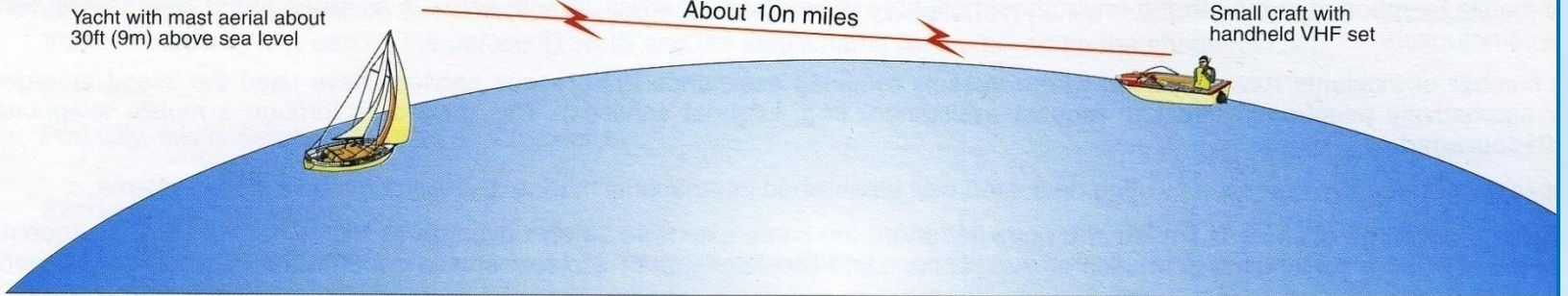


5.

Yacht with mast aerial about 30ft (9m) above sea level

About 10n miles

Small craft with handheld VHF set

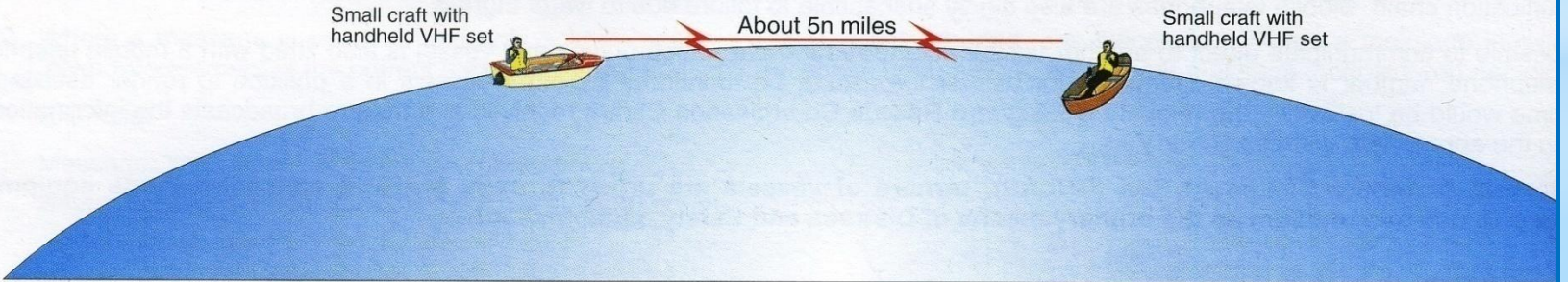


6.

Small craft with handheld VHF set

About 5n miles

Small craft with handheld VHF set



Ориентировочные данные по использованию ПВ/КВ диапазонов для связи в зависимости от расстояния, времени года и времени суток.

Расстояние, морские мили	Лето		Зима	
	<i>День</i>	<i>ночь</i>	<i>день</i>	<i>ночь</i>
300-600	6 мгц	4 мгц	4 мгц	2 мгц
600-1500	12 мгц	8 мгц	8 мгц	6 мгц
1500-3000	16 мгц	8 мгц	12 мгц	8 мгц
3000-5000	22 мгц	12 мгц	16 мгц	8 мгц



The end

ПРИЛОЖЕНИЕ

Что такое присвоенная частота?

Существует понятие несущей частоты и присвоенной частоты. Как было сказано выше, несущая частота - это частота настройки передатчика; она является характерной частотой, которую можно легко опознать и измерить в данном излучении. Присвоенная частота - это средняя частота полосы излучаемых частот. Как правило, в справочниках указывается присвоенная частота - В виде исключения к положениям Статьи 12 Регламента радиосвязи (РР), относящимся к заявлению и регистрации частот, частоты, на которых осуществляются однополосные радиотелефонные передачи, всегда обозначаются несущей частотой; присвоенная частота будет на 1400 Гц выше несущей частоты. В режиме буквопечатающей телеграфии с частотной модуляцией (F1B) несущая и присвоенная частоты совпадают; в режиме буквопечатающей телеграфии с использованием амплитудной модуляции и частотно-манипулированной поднесущей (J2B) присвоенная частота выше несущей на 1700 Гц. Различие между присвоенной и несущей частотой показано на рисунке ниже.

ПРИМЕЧАНИЕ: На рисунке частота нажатия $F_{наж.}$ соответствует передаче элементарной посылки "единица", а частота отжатия $F_{отж.}$ - передаче элементарной посылки "ноль".



The end