



РОСМОРРЕЧФЛОТ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ  
ПРЕДПРИЯТИЕ «РОСМОРПОРТ»**

**П Р И К А З**

25 декабря 2023г.

Москва

№ 578

**Об утверждении стандарта организации  
«Методика расчета граничных значений дальности действия технических  
средств береговых станций морского района А2 ГМССБ и НАВТЕКС»  
СтО 14649425-0009-2023**

В целях установления единых требований к объектам обеспечения безопасности мореплавания, закрепленным за ФГУП «Росморпорт» на праве хозяйственного ведения, п р и к а з ы в а ю:

1. Утвердить прилагаемый стандарт организации «Методика расчета граничных значений дальности действия технических средств береговых станций морского района А2 ГМССБ и НАВТЕКС» СтО 14649425-0009-2023 (далее – Стандарт).

2. Признать утратившим силу стандарт организации «Методика расчета граничных значений дальности действия технических средств береговых станций морского района А2 ГМССБ и НАВТЕКС» СтО 14649425-0009-2021, утвержденный приказом ФГУП «Росморпорт» от 15.10.2021 № 423.

3. Управлению систем обеспечения безопасности мореплавания (В.Е. Тетерев) подготовить и представить в порядке, установленном Положением об интернет-сайте ФГУП «Росморпорт», утвержденным приказом ФГУП «Росморпорт» от 19.03.2020 № 90, материалы Службе внешних коммуникаций (Е.А. Кулакова) для размещения Стандарта на официальном сайте ФГУП «Росморпорт».

4. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя Генерального директора по безопасности мореплавания К.А. Гайда.

Генеральный директор

С.В. Пылин

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное агентство морского и речного транспорта**

**Федеральное государственное  
унитарное предприятие «Росморпорт»  
(ФГУП «Росморпорт»)**

**Стандарт организации**

**«МЕТОДИКА  
РАСЧЕТА ГРАНИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЙ  
ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ БЕРЕГОВЫХ  
СТАНЦИЙ МОРСКОГО РАЙОНА А2 ГМССБ И НАВТЕКС»**

**СТО 14649425-0009-2023**

Сведения о стандарте

РАЗРАБОТАН:	Испытательным центром "Омега"-филиал ФГУП «Ордена Трудового Красного Знамени Российский научно-исследовательский институт радио имени М.И. Кривошечеева», ФГУП «Росморпорт»
ВНЕСЕН:	Отделом эксплуатации Управления систем обеспечения безопасности мореплавания ФГУП «Росморпорт» Начальник отдела Н.Н. Смирнов
УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ	Приказом ФГУП «Росморпорт» от «__» _____ 2023г. № _____.
ВЗАМЕН	СТО 14649425-0009-2021, утвержденного приказом ФГУП «Росморпорт» от 15.10.2021 № 423

**Москва**

**2023**

## **Предисловие**

Настоящий стандарт организации разработан в соответствии с положениями ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций», предназначен для осуществления уставной деятельности ФГУП «Росморпорт» и использования всеми подразделениями предприятия в части касающейся.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Область применения .....	4
2.	Термины и определения .....	5
3.	Обозначения и сокращения .....	6
4.	МЕТОДИКА РАСЧЕТА .....	7
4.1.	Расчет уровня радиошумов в точке приема .....	7
4.1.1	Определение параметров галактического шума .....	8
4.1.2	Определение параметров атмосферного шума .....	8
4.1.3	Определение параметров промышленного шума .....	9
4.1.4	Расчет суммарных значений <i>F<sub>am</sub></i> и <i>Du</i> .....	11
4.1.5	Определение значения <i>F<sub>a</sub></i> для требуемой доступности .....	14
4.2.	Определение граничных значений дальности радиосвязи .....	16
4.2.1.	Расположение антенны БС вблизи уреза акватории .....	16
4.2.2.	Расположение антенны БС вдали от уреза акватории .....	17
5.	Библиография .....	23
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. Граничные значения дальности радиосвязи .....	24
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Методика измерения промышленного шума в месте расположения антенны БС38 .....	24
	ПРИЛОЖЕНИЕ В. Напряженность поля для различных типов подстилающей поверхности .....	41
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Зависимость коэффициента <i>σA<sub>eff</sub></i> .....	47
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Граничные значения дальности радиосвязи Тлф «Судно-Берег» в зависимости от мощности излучения со стороны судна .....	65
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Определение требуемой пиковой мощности берегового передатчика телефонии .....	71
	ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Влияние разноса антенны на характеристики работы системы .....	73
	Ж.1 Оценка уровня поля помех .....	73
	Ж.2 Требуемая избирательность по соседнему каналу .....	74
	Ж.3 Защита от помех соседнего канала .....	75
	Ж.4 Защита от бокового шума передатчика .....	75
	Ж.5 Взаимодействие разнесенных антенн .....	76

## **1. Область применения**

**1.1** Настоящий стандарт предназначен для предварительной оценки дальности радиосвязи береговой станции морского района (МР) А2 ГМССБ и службы НАВТЕКС.

**1.2** Настоящий стандарт предназначен для использования, предприятиями/организациями, в ведении которых находятся БС МР А2 и НАВТЕКС, проектными организациями, аккредитованными Испытательными лабораториями (центрами) и организациями, уполномоченными на выполнение освидетельствования береговых объектов СОБМ.

**1.3** Настоящий стандарт устанавливает общие правила выполнения расчетов граничных дальностей морской радиосвязи СЧ диапазона.

## **2. Термины и определения**

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

**2.1** Граничное значение дальности действия технического средства связи – максимальное расстояние от береговой станции до судна, при котором обеспечивается связь с заданным качеством в обоих направлениях «Берег-Судно» и «Судно-Берег» для МР А2 или обеспечен прием сигналов на судне для службы НАВТЕКС.

**2.2** Морской район А2 ГМССБ – Морской район, в котором обеспечена радиотелефонная связь, по крайней мере, с одной назначенной компетентными властями береговой СЧ радиостанцией, и которая несет непрерывное дежурство на прием сообщений о бедствии в формате цифрового избирательного вызова.

### 3. Обозначения и сокращения

БС	Береговая станция
ГМССБ	Глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности
ИМО	Международная морская организация
КПД	Коэффициент полезного действия
МР	Морской район ГМССБ
МСЭ	Международный союз электросвязи
НАВТЕКС (NAVTEX)	Международная автоматизированная система оповещения (NAVigational TEleX)
ПВ	Промежуточные волны (радиоволны с длиной волны от 100 м до 1000 м, частотой от 300 кГц до 3 МГц)
СЧ	Средние частоты (радиоволны с частотой от 300 кГц до 3 МГц, длиной волны от 100 м до 1000 м)
ЦИВ	Цифровой избирательный вызов
С/Ш	Соотношение сигнал/ шум
EMRP	Эффективная мощность, излучаемая монополюс (Э.М.И.М)
IN	Импульсный шум (Impulse Noise)
PEP	Пиковая мощность
RBW	Полоса пропускания приемника (Resolution Band Width)
RMS	Среднее квадратичное (Root Mean Square)
SCN	Шум отдельной несущей (Single Carrier Noise)
WGN	Белый гауссовский шум (White Gaussian Noise)

## 4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

В основе расчета лежит Рекомендация [7]. Данная методика расчета граничных значений дальности действия береговых станций диапазона СЧ для морского района А2 ГМССБ и службы НАВТЕКС распространяется на береговые станции, расположенные у уреза акватории, с учетом отдельных моментов применимости положений Рекомендации [7] и численных значений диэлектрических свойств подстилающей поверхности.

### 4.1. Расчет уровня радиозумов в точке приема

Для определения общего уровня радиозумов для заданного времени доступности предварительно необходимо определить общее среднее (медианное) значение коэффициента шума  $F_{am}$  и значение верхнего дециля  $D_u$  шума для суммы всех вызывающих шум процессов.

Примечание. Среднее значение общего уровня радиозумов  $F_{am}$  – значение, которое делит всю совокупность значений мгновенных значений шума на две равные группы; 50 % значений оказываются больше, а 50 % – меньше  $F_{am}$ . Верхний дециль  $D_u$  (верхнее десятичное приближение) – граница, выше которой располагаются не более 10 % мгновенных значений шума.

Для расчета общего шума учитывается три составляющие:

- галактический шум (GAL);
- атмосферный шум (ATMO);
- промышленный шум (MANMADE).

Указанные величины определяются в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R P.372-16 [4].

#### 4.1.1 Определение параметров галактического шума

Для галактической составляющей коэффициента шума среднее значение  $F_{am}^{гш}$  рассчитывается по формуле:

$$F_{am}^{гш} = 52 - 23 \cdot \log(f) \quad (1)$$

где  $f$  – частота, МГц. Соответственно, для частот службы НАВТЕКС 518 кГц и телефонии 2182 кГц:

$$F_{am}^{гш} = \begin{cases} 58,6 \text{ дБ} & \text{– для 518 кГц} \\ 44,2 \text{ дБ} & \text{– для 2182 кГц} \end{cases}$$

Для галактической составляющей коэффициента шума стандартное отклонение  $\sigma(F_{am}^{гш}) = 1,56$  дБ, а значение верхнего дециля  $D_u^{гш} = 1.282\sigma(F_{am}^{гш}) = 2$  дБ [4].

#### 4.1.2 Определение параметров атмосферного шума.

Для атмосферной составляющей коэффициента шума среднее значение  $F_{am}^{аш}$  определяется по рисункам 13а–39а и 13б–39б [4], а значение верхнего дециля  $D_u^{аш}$  определяется по рисункам 13с–39с [4]. При этом на рисунках 13а–39а значения коэффициента шума приведены для частоты 1 МГц, а по рисункам 13б–39б производится пересчет на требуемую частоту. Стандартное отклонение коэффициента атмосферного шума  $\sigma(F_{am}^{аш})$  в соответствии с [4] определяется через верхний дециль  $D_u^{аш}$ :

$$\sigma(F_{am}^{аш}) = D_u^{аш} / 1.282 \quad (2)$$

На основе полученных значений для конкретного месторасположения береговой станции, а также для границ рабочих зон радиосредств МР А2, сезонные и часовые колебания среднего значения коэффициента атмосферного шума и его верхнего дециля необходимо представить в виде, как приведено в таблице 1 (как пример, приведены данные для местоположения приемной станции БС Владивосток А2 ГМССБ (LAT 42°45 и LONG 133°03) на частоте  $f = 2182$  кГц).

По полученным данным необходимо построить диаграмму сезонных колебаний коэффициента атмосферного шума  $F_{am}^{аш}$  – см. рисунок 1.

Таблица 1 – Сезонные колебания среднего значения  $F_{am}^{аш}$  (дБ) и верхнего дециля  $D_u^{аш}$  (дБ) коэффициента атмосферного шума

Сезон	Зима		Весна		Лето		Осень	
	$F_{am}^{аш}$	$D_u^{аш}$	$F_{am}^{аш}$	$D_u^{аш}$	$F_{am}^{аш}$	$D_u^{аш}$	$F_{am}^{аш}$	$D_u^{аш}$
00:00 ÷ 04:00	50.1	9.3	56.1	9.1	58.5	8.5	55.9	9.1
04:00 ÷ 08:00	47.7	12	38.9	14	37	14	43.1	13.7
08:00 ÷ 12:00	18.1	8.7	18.6	11.9	19.3	14	19.6	12.4
12:00 ÷ 16:00	17	8.7	22.3	15.4	32.7	17.7	23.3	14.1
16:00 ÷ 20:00	44.9	12.3	44.7	16.4	45.1	15.9	47.4	14.6
20:00 ÷ 24:00	51.5	9.6	54.5	8.1	58.6	6.6	57.1	8.3

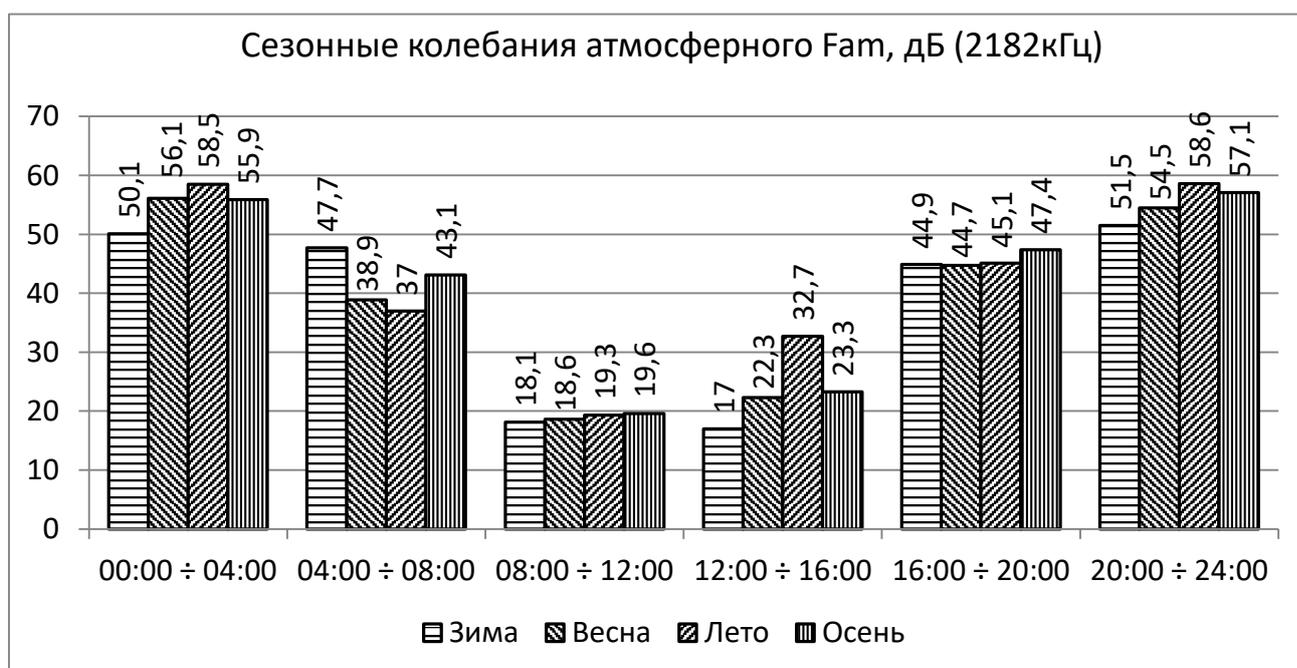


Рисунок 1 – Диаграмма сезонных колебаний среднего значения коэффициента атмосферного шума  $F_{am}^{аш}$

#### 4.1.3 Определение параметров промышленного шума

Рекомендация [7] на стороне судна рекомендует использовать значение спектральной плотности мощности промышленного (палубного) шума  $P_n = -142$  дБ(Вт/Гц) на частоте 3 МГц.

Взаимосвязь между коэффициентом промышленного шума  $F_{am}^{пш}$  (дБ) и спектральной плотностью мощности шума  $P_n$  (дБВт/Гц) определяется формулой:

$$F_{am}^{пш} \text{ (дБ)} = P_{n_{3\text{МГц}}} \text{ (дБ(Вт/Гц))} - 27,7[\log(f_F, \text{МГц}) - \log(f_{P_n}, \text{МГц})] + 204, \quad (3)$$

где  $f_F$  (МГц) – частота, на которой определяется коэффициент шума;  
 $f_{P_n}$  (МГц) – частота, на которой определена спектральная плотность мощности шума.

Соответственно, среднее значение коэффициента промышленного шума на судне:

$$F_{am}^{пш\_Судно} = \begin{cases} 83,1 \text{ дБ} & \text{– для } 518 \text{ кГц} \\ 65,8 \text{ дБ} & \text{– для } 2182 \text{ кГц} \end{cases}$$

При этом значение верхнего дециля  $D_u^{пш\_судно} = 9,7$  дБ, а стандартное отклонение  $\sigma(F_{am}^{пш\_Судно}) = D_u^{пш\_Судно} / 1.282 = 7,6$  дБ.

Со стороны берега среднее значение промышленного шума может быть определено на основе категории местности месторасположения береговой станции в соответствии с таблицей 2 и формулой:

$$F_{am}^{пш\_Берег} = c - d \cdot \log(f) \quad (4)$$

где  $f$  (МГц) – частота, а константы  $c$  и  $d$  принимают значения, приведенные в таблице 2.

При этом значение верхнего дециля  $D_u^{пш\_Берег}$  выбирается для наиболее подходящей категории окружающей среды как 9,2 дБ – для сельских местностей, 10,6 дБ для жилого района и 11 дБ для деловой зоны. Соответственно, стандартное отклонение  $\sigma(F_{am}^{пш\_Берег}) = D_u^{пш\_берег} / 1.282$ .

Таблица 2 – Критерии выбора категорий типа местности

Категория	Критерии	Коэффициенты в формуле (3)		$F_{am}^{пш\_берег} / D_u, \text{ дБ}$	
		$c$	$d$	518 кГц	2182 кГц

Удаленная (тихая) сельская местность (QUIET RURAL NOISE)	В пределах 5 км нет очевидных признаков цивилизации, строений, дорожного движения, электрических установок	53,6	28,6	61,8/ 9,2	43,9/ 9,2
Сельская местность, районы жилой застройки (RURAL)	Открытая сельская местность, в основном с агропромышленной деятельностью, плотность застройки <1/га, нет крупных дорог, электрифицированной железной дороги. Деревни и районы скудной жилой застройки без коммерческих и промышленных предприятий. В пределах 1 км нет электрифицированных железных дорог, крупных автомобильных дорог, воздушных линий электропередач или установок высокого напряжения	67,2	27,7	75,1/ 9,2	57,8/ 9,2
Город (RESIDENTIAL)	Плотная жилая застройка, включая небольшие коммерческие или промышленные предприятия и магазины. В пределах 500 м нет электрифицированных железных дорог и воздушных линий электропередач или установок высокого напряжения	72,5	27,7	80,4/ 10,6	63,1/ 10,6
Крупный город, промышленный район (деловая зона) (BUSINESS)	Плотная коммерческая или промышленная застройка и офисы. Рядом могут быть крупные дороги и железная дорога, но не должны преобладать. Районы с плотной застройкой заводскими зданиями и тяжелой промышленности	76,8	27,7	84,7/ 11	67,4/ 11

При неоднозначности выбора категории типа местности должно быть проведено измерение промышленного шума в соответствии с методикой, приведенной в Приложении Б.

#### 4.1.4 Расчет суммарных значений $F_{am}$ и $D_u$

Расчет среднего значения  $F_{am}$  и верхнего дециля  $D_u$  суммарного коэффициента шума производится в соответствии с [4, п.8]:

a) Определить коэффициент  $\alpha_i$  (Вт) для каждого источника на рабочей частоте:

$$\alpha_i = \exp \left[ \frac{F_{ami}}{c} + \frac{\sigma_i^2}{2c^2} \right] \quad (5)$$

b) Определить общий коэффициент  $\alpha_T$  (Вт):

$$\alpha_T = \sum \alpha_i \quad (6)$$

c) Определить общий коэффициент  $\beta_T$  (Вт<sup>2</sup>):

$$\beta_T = \sum \alpha_i^2 \cdot \left[ \exp \left( \frac{\sigma_i^2}{c^2} \right) - 1 \right] \quad (7)$$

d) Определить общее стандартное отклонение  $\sigma_T$  (дБ):

$$\sigma_T = c \cdot \sqrt{\ln \left( 1 + \frac{\beta_T}{\alpha_T^2} \right)}, \quad (8)$$

где  $c = 10/\ln(10) = 4,343$

e) Определить среднее значение  $F_{am}$  суммарного коэффициента шума (дБ):

$$F_{am} = c \cdot \left[ \ln(\alpha_T) - \frac{\sigma_T^2}{2c^2} \right] \quad (9)$$

f) Определить значение верхнего дециля  $D_u$  (дБ) суммарного коэффициента шума [дБ]:

$$D_u = 1,282\sigma_T \quad (10)$$

#### Примечание.

Когда значение верхнего дециля коэффициента шума для по крайней мере одного компонента шума превышает 12 дБ, величина  $\sigma_T$  (Вт), рассчитываемая с помощью уравнений (5)–(8) с использованием значений верхнего дециля компонентов шума, должна ограничиваться максимальным значением:

$$\sigma_T = c \cdot \sqrt{\ln \left( \frac{\alpha_T}{\gamma_T} \right)}, \quad (11)$$

где  $\gamma_T$  (дБ) – коэффициент шума для простой суммы мощностей отдельных средних значений компонент коэффициента шума:

$$\gamma_T = \sum_{i=1}^n \exp \left( \frac{F_{ami}}{c} \right) \quad (12)$$

Расчет среднего значения  $F_{am}$  и верхнего дециля  $D_u$  суммарного коэффициента шума необходимо произвести для всех сезонов года (зима, весна, лето, осень) и временного интервала суток.

По результатам расчетов представить таблицу сезонной и суточной зависимости среднего значения  $F_{am}$  и верхнего дециля  $D_u$  суммарного коэффициента шума, как приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Среднее значение  $F_{ам}$  (дБ) и верхний дециль  $D_u$  (дБ) суммарного коэффициента внешнего шума для БС при  $f = 2182$  кГц

Сезон	Зима		Весна		Лето		Осень	
	$F_{ам}$	$D_u$	$F_{ам}$	$D_u$	$F_{ам}$	$D_u$	$F_{ам}$	$D_u$
00:00 ÷ 04:00	59.0	9.3	61.2	8.6	62.3	8.2	61.1	8.6
04:00 ÷ 08:00	59.1	9.4	58.2	9.7	58.1	9.6	58.2	9.9
08:00 ÷ 12:00	57.9	9.7	57.9	9.7	57.9	9.7	57.9	9.7
12:00 ÷ 16:00	57.9	9.7	57.9	9.7	53.0	13.0	57.9	9.7
16:00 ÷ 20:00	58.7	9.5	51.6	14.8	53.0	14.0	55.7	12.4
20:00 ÷ 24:00	59.5	9.1	60.0	8.9	61.4	8.4	61.4	8.5

#### 4.1.5 Определение значения $F_a$ для требуемой доступности

Вышеприведенные расчеты определяют среднее значение суммарного коэффициента шума  $F_{ам}$ . При этом атмосферные помехи, обусловленные грозовыми разрядами, как правило, по своему характеру не являются гауссовскими. Для определения требуемого процента времени, при котором уровень шума превышает среднее значение, требуется учет распределения вероятности амплитуды такого типа шума, что в общем случае может быть проведено в соответствии с [4, п. 5.1]. В данном стандарте для определения значения коэффициента шума для требуемого процента времени доступности используется методика, приведенная в [7, п. 2.4].

Значение коэффициента шума  $F_a$  (дБ выше  $kTb$ ), обеспечивающее требуемую доступность, определяется выражением:

$$F_a = F_{ам} + \sqrt{D_t^2 + D_s^2}, \quad (13)$$

где  $F_{ам}$  (дБ) – среднее значение суммарного коэффициента внешнего шума, определенное в (9);

$D_s = 3$  дБ – колебание уровня сигнала, ожидаемое в течение рассматриваемого промежутка времени, к которому применимо значение в 3 дБ, определяемое ИМО в качестве запаса замирания;

$D_t$  (дБ) – колебание уровня шума, ожидаемое для требуемого отрезка времени. Для передач НАВТЕКС требуется 90 % доступность, для чего

принимается  $D_t = D_u$ , определенное в (10). Для радиотелефонии в зоне покрытия А2 требуется 95 %, для чего принимается  $D_t = D_u + 3$  дБ.

Результаты расчетов по п.3.1.4. и п.3.1.5 для частот 518 кГц и 2182 кГц для берега и судна представить, как показано в таблице 4 и на рисунке 3.

Таблица 4 – Коэффициенты внешнего шума  $F_{am}$  (дБ) и  $F_a$  (дБ) для БС при  $f = 2182$  кГц

Сезон Временной интервал	Среднее значение $F_{am}$				$F_a$ для требуемой доступности			
	Зима	Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень
00:00 ÷ 04:00	59.0	61.2	62.3	61.1	71.7	73.2	73.9	73.1
04:00 ÷ 08:00	59.1	58.2	58.1	58.2	71.9	71.2	71.1	71.4
08:00 ÷ 12:00	57.9	57.9	57.9	57.9	70.9	70.9	70.9	70.9
12:00 ÷ 16:00	57.9	57.9	53.0	57.9	70.9	70.9	69.3	70.9
16:00 ÷ 20:00	58.7	51.6	53.0	55.7	71.6	69.7	70.3	71.4
20:00 ÷ 24:00	59.5	60.0	61.4	61.4	72.0	72.3	73.2	73.3

Допускается объединение таблиц 3 и 4.

При определении граничных значений дальности радиосвязи для обеспечения требуемой доступности необходимо использовать наихудшее (максимальное) значение коэффициента внешнего шума  $F_a$ . Для приведенного примера в таблице 4 и на рисунке 3 это значение 73,9 дБ.

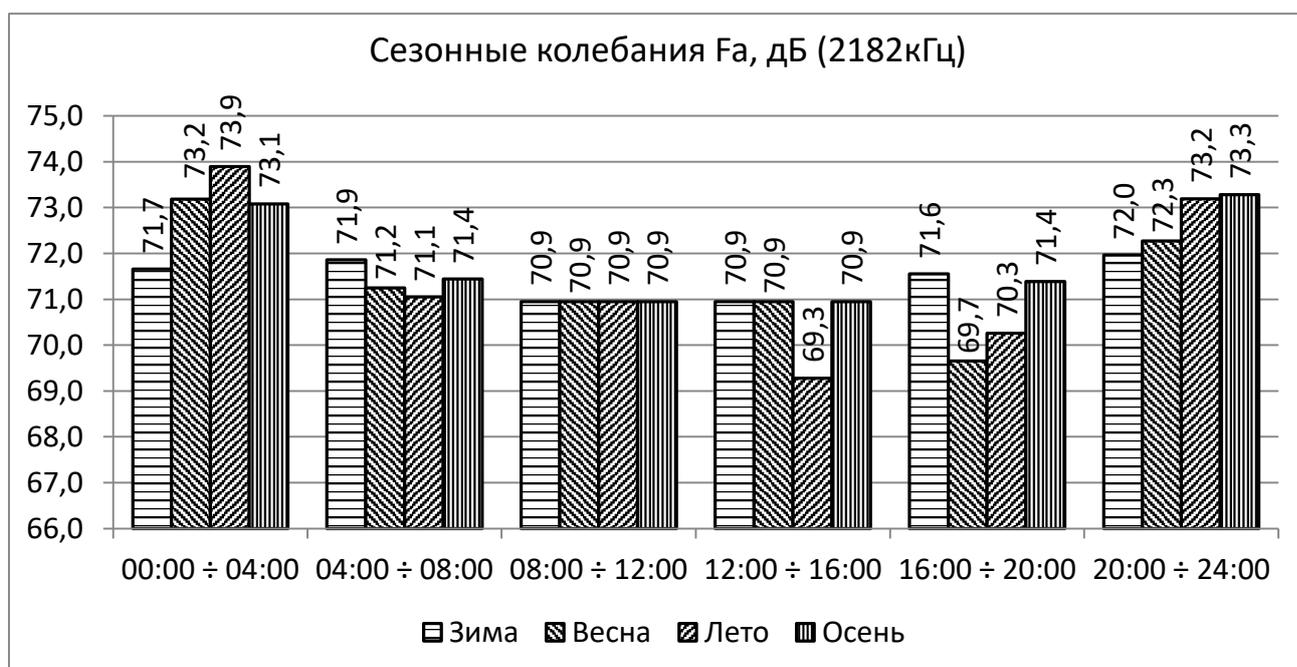


Рисунок 3 – Диаграмма сезонных колебаний коэффициента внешнего шума  $F_a$  для требуемой доступности

## 4.2. Определение граничных значений дальности радиосвязи

### 4.2.1. Расположение антенны БС вблизи уреза акватории

Определение граничных значений дальности радиосвязи производится на основе рассчитанного в п.4.1 наихудшего (максимального) значения коэффициента шума  $F_a$ , а также исходя из значения эффективной излучаемой мощности антенны с помощью таблиц и графиков, приведенных в Приложении А. Графики построены для значений проводимости и диэлектрической проницаемости всех типов подстилающей поверхности (за исключением льда), полученных из [3], и для морской поверхности, покрытой льдом толщиной до 3 м, полученных из [8].

Пиковая эффективная мощность, излучаемая монополюс  $P_{e.m.r.p\ PEP}$  (Вт) учитывает направленные свойства несимметричной антенны и определяется только пиковой мощностью передатчика и эффективностью антенны:

$$P_{e.m.r.p\ PEP} = P_{Tx\ PEP} \cdot A_{eff} \quad (14)$$

Где  $P_{Tx\ PEP}$  – пиковая мощность радиопередающего устройства, Вт;

$A_{eff}$  – эффективность (КПД) антенны, определяемая коэффициентом усиления антенны, потерями в фидерном тракте, согласованием, качеством заземления и диэлектрическими свойствами подстилающей поверхности в месте расположения антенны и т.д.

Для судовой станции принимается  $P_{Tx\ PEP}^{Судно} = 60$  Вт и  $A_{eff}^{Судно} = 0,25$  [2, Annex 3, п.3.3].

Для береговой станции в соответствии с [7, п.2.5.3.2] типичное значение  $R_{pm}^{Берег} = 0,5$ , значение  $A_{eff}^{Берег} = 0,5$  (при типичном значении всех потерь в антенне  $L_a = 3$  дБ ([7, п. 2.5.3.2])).

Определение необходимой пиковой мощности берегового передатчика  $P_{Tx\ PEP}^{Берег}$  необходимо проводить на основе п. 4.3 или на основе таблиц и графиков, приведенных в Приложении А, из условия обеспечения дальности радиосвязи в направлении «Берег-Судно» не менее, чем в направлении

«Судно-Берег», с учетом разницы в коэффициенте шума, отношений пикового значения к среднему для передатчиков на судне и берегу, а также эффективности антенн на берегу и на судне.

Средняя эффективная мощность, излучаемая монополюс  $P_{e.m.r.p \text{ сред}}^{\text{Берег}}$  антенны береговой станции определяется уравнением:

$$P_{e.m.r.p \text{ сред}}^{\text{Берег}} = P_{Tx \text{ ПЕР}}^{\text{Берег}} \text{дБ(кВт)} + 30 + A_{eff}^{\text{Берег}} - R_{pm}^{\text{Берег}} \text{дБ(Вт)} \quad (14)$$

$R_{pm}^{\text{Берег}}$  – отношение пикового значения уровня сигнала к среднему для передатчика береговой станции (дБ). Для берегового передатчика телефонии  $R_{pm}^{\text{Берег}} = 3$  дБ [7, п.2.5.3.2]. При другом значении  $R_{pm}^{\text{Берег}}$  берегового передатчика следует использовать значение  $R_{pm}^{\text{Берег}}$ , указанное в его технической документации.

В соответствии с [3] для службы НАВТЕКС  $R_{pm} = 0$  дБ, соответственно, пиковая мощность радиопередающего устройства службы НАВТЕКС  $P_{e.m.r.p \text{ ПЕР}}^{\text{НАВТЕКС}}$  равна его средней мощности  $P_{e.m.r.p \text{ сред}}^{\text{НАВТЕКС}}$ , поэтому в дальнейшем для НАВТЕКС используется обозначение  $P_{e.m.r.p}^{\text{НАВТЕКС}}$ .

Дальность радиосвязи для службы НАВТЕКС, определенная с помощью таблиц и графиков, приведенных в Приложении А, обеспечивается в случае, если эффективность судовой приемной антенны НАВТЕКС не менее 0,01 %.

#### 4.2.2. Расположение антенны БС вдали от уреза акватории.

В данном случае трасса является смешанной и состоит из двух частей – наземной  $S_1(\sigma_1, \varepsilon_1)$  и морской  $S_2(\sigma_2, \varepsilon_2)$ .

##### 4.2.2.1 Расчет с помощью метода Миллингтона

Для расчета такой трассы необходимо произвести расчет общей напряженности поля вдоль трассы  $E(d)$  для  $P_{e.m.r.p \text{ сред}}^{\text{Берег}}$  с помощью метода Миллингтона, приведенного в Рекомендации [3]. Для смешанной трассы,

состоящей из двух участков – наземного  $S_1$  протяженностью  $d_1$  с параметрами  $\sigma_1, \varepsilon_1$  и морского  $S_2$  протяженностью  $d_2$  с параметрами  $\sigma_2, \varepsilon_2$ , суммарная напряженность поля  $E(d)$  в зависимости от общего расстояния  $d = d_1 + d_2$  определяется формулой:

$$E(d) = \begin{cases} E_{S1}(d) & \text{– при } d \leq d_1 \\ 0,5(ER(d) + ET(d)) & \text{– при } d > d_1 \end{cases} \quad (15)$$

Где:

$$\begin{aligned} ER(d) &= E_{S1}(d_1) - E_{S2}(d_1) + E_{S2}(d) \\ ET(d) &= E_{S2}(d - d_1) - E_{S1}(d - d_1) + E_{S1}(d) \end{aligned} \quad (16)$$

$E_{S1}(d)$  – напряженность поля, рассчитанная для подстилающей поверхности  $S_1$  с параметрами  $\sigma_1$  и  $\varepsilon_1$  на дистанции  $d$ ;

$E_{S2}(d)$  – напряженность поля, рассчитанная для подстилающей поверхности  $S_2$  с параметрами  $\sigma_2$  и  $\varepsilon_2$  на дистанции  $d$ ;

$d_1$  – протяженность участка наземной трассы (расстояние от места установки антенны береговой станции до уреза акватории).

Значения напряженностей поля  $E_{S1}(d)$  и  $E_{S2}(d)$  рассчитываются с помощью программы GRWAVE. В табличном и графическом виде расчетные значения для различных типов подстилающих поверхностей приведены в Приложении В.

За граничное значение дальности радиосвязи принять дальность, при которой рассчитанная по (15) напряженность поля  $E(d)$  будет равна требуемому пороговому значению:

$$E_{\text{пор}} = E_n + B_{P_{\text{ЭКВ}}} + SN + \delta_{\text{зап}} - \Delta 1 \quad (17)$$

Где  $E_n$  – напряженность поля шума на приемной стороне, определяемая формулой:

$$E_n = F_a + 20 \cdot \log f + 10 \cdot \log b - 95,5, \quad \text{дБ(мкВ/м)} \quad (18)$$

где:

$F_a$  (дБ) – коэффициент внешнего шума для требуемой доступности, определенный в п.3.1;

$f$  (МГц) – частота сигнала (0,518 МГц – НАВТЕКС; 2,182 МГц – Телефония);

$b$  (Гц) – полоса частот сигнала (500 Гц – НАВТЕКС; 3000 Гц – Телефония);

$V_{P_{ЭКВ}}$  (дБ) =  $10 \log(1000/P_{e.m.r.p. PEP}(\text{Вт})) + R_{pm}$  (дБ) – поправка, учитывающая отличие фактически излучаемой средней эффективной мощности, излучаемой монополюс от мощности 1 кВт, для которой составлены графики напряженности поля в [3];

$R_{pm}$  (дБ) – отношение пикового значения к среднему (0 дБ – НАВТЕКС [7, п.2.1], 8 дБ – Телефония судовой передатчик [7, п.2.1], 3 дБ – Телефония береговой передатчик [7, п.2.5.3.2]).

Примечание. При другом значении  $R_{pm}^{\text{Берег}}$  берегового передатчика телефонии следует использовать значение, указанное в его технической документации;

$SN$  (дБ) – требуемое соотношение сигнал/шум на входе приемника для обеспечения необходимого качества связи (8 дБ – НАВТЕКС; 9 дБ – Телефония);

$\delta_{зап} = 10$  дБ – запас, включаемый в расчеты мощности для связи в направлении «Берег-Судно», обусловленный различием в коэффициенте направленного действия и неудовлетворительным качеством обслуживания судовых приемных антенн [7, п.2.5.3.2]. В направлении «Судно-Берег»  $\delta_{зап} = 0$  дБ. Запас  $\delta_{зап}$  в [7] оговорен только для Тлф, однако графики дальности радиосвязи службы НАВТЕКС в [7] приведены с учетом запаса, поэтому в данном стандарте для НАВТЕКС принято  $\delta_{зап} = 10$  дБ.

$\Delta 1 = 1$  дБ – коэффициент, обеспечивающий соответствие результатов расчета дальностям, приведенным в [7].

При расчете граничного значения дальности радиосвязи в направлении «Судно-Берег» необходимо воспользоваться свойством взаимности метода

Миллингтона и произвести расчет, приняв со стороны береговой станции значение  $P_{e.m.r.p PEP} = 15$  Вт (соответственно определить коэффициент  $B_{P_{ЭКВ}}$ ), а значение коэффициента шума  $F_a$  на стороне судна в формуле (18) принять, как определено в п.4.1 для береговой станции.

#### 4.2.2.2 Расчет смешанной трассы с помощью графиков

Данный подпункт применим для смешанной трассы, состоящей из одного наземного участка и одного морского участка.

Искомое граничное значение дальности радиосвязи, как правило находится на значительном удалении от уреза акватории и многократно превышает протяженность наземного участка. В этом случае можно использовать тот факт, что график суммарной напряженности поля, определенный в соответствии с (15) асимптотически приближается к графику напряженности поля  $E_{S2}(d)$  для морского участка, скорректированного на некоторую фиксированную величину, которую можно интерпретировать, как дополнительное снижение (или увеличение) эффективности передающей антенны  $\sigma A_{eff}$ . Данный подход приведен в [9, раздел 2.6] и проиллюстрирован на рисунке 3.

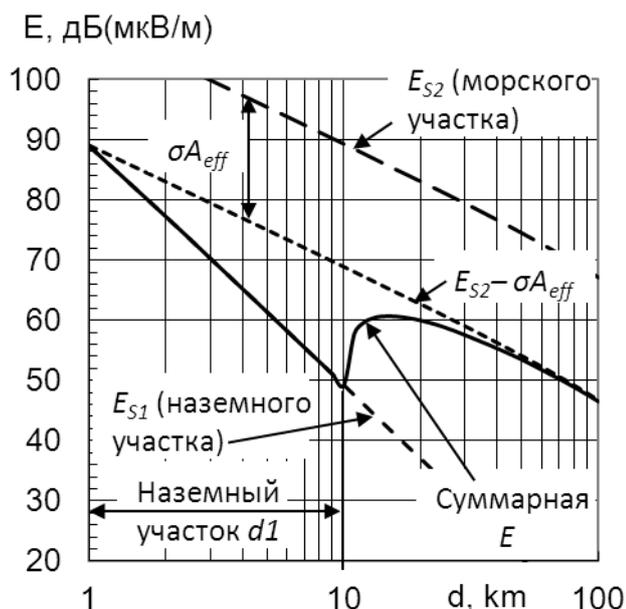


Рисунок 3 – Иллюстрация асимптотического приближения графика суммарной напряженности поля  $E(d)$  к напряженности поля  $E_{S2}(d)$ , скорректированной на фиксированное значение  $\sigma A_{eff}$ , дБ при  $d_1 = 10$  км.

Зависимости коэффициента  $\sigma A_{eff}$ , а также зависимости нижнего граничного значения, при котором погрешность коэффициента  $\sigma A_{eff}$  не будет превышать 0,5 дБ, от протяженности наземного участка для различных комбинаций свойств подстилающей поверхности наземного и морского участка приведены в Приложении Г. Имеется очень незначительное различие этих зависимостей для морских поверхностей с низкой и средней соленостью, а также для различных температур пресноводного льда, поэтому для данных поверхностей таблицы и графики объединены.

При заданных диэлектрических свойствах наземного и морского участков определение граничного значения дальности радиосвязи производится в следующем порядке:

- определить протяженность наземного участка  $d1$ ;
- по графикам Приложения Г для соответствующих значений диэлектрических свойств наземного и морского участков и протяженности наземного участка  $d1$  определить коэффициент  $\sigma A_{eff}$  – дополнительное снижение (или увеличение) эффективности передающей антенны;
- определить эквивалентную мощность излучения, учитывающую дополнительные потери на наземном участке трассы:

$$\begin{cases} P_{e.m.r.p \text{ сред}}^{\text{Берег ЭКВ}} = P_{Tx PEP} \cdot A_{eff} \cdot R_{pm} \cdot \sigma A_{eff} & \text{– Тлф (Берег – Судно)} \\ P_{e.m.r.p PEP}^{\text{Судно ЭКВ}} = P_{Tx PEP} \cdot A_{eff} \cdot \sigma A_{eff} & \text{– Тлф (Судно – Берег)} \\ P_{e.m.r.p PEP}^{\text{Берег ЭКВ}} = P_{Tx PEP} \cdot A_{eff} \cdot \sigma A_{eff} & \text{– НАВТЕКС} \end{cases}, \quad (19)$$

Примечание. Значения параметров в (19) приведены в абсолютных значениях.

- Для полученной мощности определить граничные значения дальности радиосвязи по графикам дальности в зависимости от коэффициента шума  $F_{\alpha}$ :

- для Тлф (Берег-Судно) – по графикам А5...А8 (Приложение А);
- для Тлф (Судно-Берег) – по графикам Д1...Д4 (Приложение Д);
- для НАВТЕКС – по графикам А1...А4 (Приложение А);

Примечание. Использовать графики для морского участка смешанной трассы.

– По графикам Приложения Г убедиться в том, что рассчитанное значение превышает минимальную границу применимости (при которой погрешность коэффициента  $\sigma A_{eff}$  не превышает 0,5 дБ). В противном случае необходимо произвести перерасчет по формулам Миллингтона в соответствии с п.4.2.2.1.

## 5. Библиография

Настоящая методика разработана на основании следующих нормативных документов:

1. Резолюция MSC.512(105) Эксплуатационные требования в судовым СЧ и СЧ/ВЧ радиоустановкам, обеспечивающим радиотелефонную связь, цифровой избирательный вызов и прием информации по безопасности на море и относящейся к поиску и спасанию информации.

2. Резолюция MSC.509(105) Предоставление радиослуг для Глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССБ).

3. Рекомендация МСЭ-R P.368. Кривые распространения земной волны для частот между 10 кГц и 30 МГц.

4. Рекомендация МСЭ-R P.372-16. Радиошум.

5. Рекомендация МСЭ-R SM.1753. Методы измерения радиошума.

6. Отчет МСЭ-R SM.2155. Измерение промышленных шумов в ВЧ диапазоне.

7. Рекомендация МСЭ-R M.1467-1. Предварительное определение границ действия для морской зоны A2 и NAVTEX и защита канала оповещения о бедствиях Глобальной морской системы для случаев бедствия и обеспечения безопасности (ГМСББ) в районе A2.

8. РД В5.8340-74. Расчет линий радиосвязи кораблей в КВ и СВ диапазонах. Методика. Приложение 3. Ленинград, 1977 г.

9. Долуханов М.П. Распространение радиоволн. Издание 4-е. Издательство "Связь", Москва, 1972.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А. Граничные значения дальности радиосвязи

Таблица А1.

Граничные значения дальности радиосвязи (м.м.)

при различных значениях  $P_{e.m.r.p.} = P_{Tx PEP}^{Берг} \cdot A_{эфф}^{Берг}$ , Вт. НАВТЕКС,  $f = 518,0$  кГц

Тип подстилающей поверхности	Fa, дБ	$P_{e.m.r.p.} = P_{Tx PEP}^{Берг} \cdot A_{эфф}^{Берг}$ , Вт												
		1000	750	500	400	300	250	200	150	100	75	50	25	10
Морская вода, низкая соленость. Eps = 80; Sigma= 1 См/м	70	768.70	749.70	723.10	708.50	689.70	677.90	663.40	644.70	618.50	600.00	574.00	529.90	472.10
	75	693.20	674.40	648.10	633.70	615.10	603.40	589.10	570.70	544.80	526.50	500.90	457.40	400.80
	80	618.50	600.00	574.00	559.80	541.50	529.90	515.80	497.60	472.10	454.20	429.00	386.50	331.50
	85	544.80	526.50	500.90	486.90	468.80	457.40	443.60	425.80	400.80	383.30	358.80	317.60	264.80
	90	472.10	454.20	429.00	415.30	397.60	386.50	373.00	355.70	331.50	314.50	291.00	251.60	201.80
	95	400.80	383.30	358.80	345.50	328.40	317.60	304.60	287.90	264.80	248.70	226.30	189.60	144.90
	100	331.50	314.50	291.00	278.10	261.80	251.60	239.20	223.50	201.80	186.90	166.60	134.40	96.86
	105	264.80	248.70	226.30	214.30	199.00	189.60	178.20	164.00	144.90	132.10	114.90	88.36	60.77
	110	201.80	186.90	166.60	155.90	142.50	134.40	124.70	112.70	96.86	86.53	73.50	54.94	36.25
	115	144.90	132.10	114.90	105.90	94.91	88.36	80.84	71.94	60.77	53.68	44.77	32.47	20.81
Морская вода, средняя соленость. Eps = 70; Sigma = 5 См/м (Лед толщиной до 3 м)	70	763.00	744.30	718.00	703.60	685.00	673.30	658.90	640.50	614.60	596.30	570.60	527.00	469.80
	75	688.40	669.90	643.90	629.60	611.30	599.70	585.50	567.30	541.70	523.70	498.30	455.30	399.40
	80	614.60	596.30	570.60	556.50	538.40	527.00	513.00	495.00	469.80	452.10	427.20	385.20	330.70
	85	541.70	523.70	498.30	484.40	466.60	455.30	441.60	424.00	399.40	382.00	357.80	317.00	264.60
	90	469.80	452.10	427.20	413.60	396.20	385.20	371.80	354.70	330.70	313.90	290.50	251.50	202.00
	95	399.40	382.00	357.80	344.60	327.70	317.00	304.10	287.50	264.60	248.50	226.40	189.90	145.40
	100	330.70	313.90	290.50	277.80	261.60	251.50	239.20	223.50	202.00	187.20	167.00	134.90	97.26
	105	264.60	248.50	226.40	214.40	199.30	189.90	178.60	164.50	145.40	132.60	115.40	88.70	60.96
	110	202.00	187.20	167.00	156.30	143.00	134.90	125.20	113.20	97.26	86.86	73.75	55.10	36.37
	115	145.40	132.60	115.40	106.40	95.29	88.70	81.13	72.18	60.96	53.85	44.91	32.58	20.85
120	97.26	86.86	73.75	67.27	59.61	55.10	49.93	43.85	36.37	31.79	26.19	18.59	11.89	

Таблица А1. Продолжение.

Граничные значения дальности радиосвязи (м.м.)

при различных значениях  $P_{e.m.r.p.} = P_{Tx PEP}^{Берг} \cdot A_{эфф}^{Берг}$ , Вт. НАВТЕКС,  $f = 518,0$  кГц

Тип подстилающей поверхности	Fa, дБ	$P_{e.m.r.p.} = P_{Tx PEP}^{Берг} \cdot A_{эфф}^{Берг}$ , Вт												
		1000	750	500	400	300	250	200	150	100	75	50	25	10
Пресная вода. Eps= 80; Sigma= 0.003 См/м	70	262.90	254.20	242.10	235.40	227.00	221.70	215.20	206.90	195.50	187.50	176.50	158.30	135.70
	75	228.50	220.10	208.50	202.10	194.00	189.00	182.90	175.10	164.40	157.00	146.80	130.20	109.90
	80	195.50	187.50	176.50	170.60	163.00	158.30	152.70	145.50	135.70	129.00	119.80	105.00	87.29
	85	164.40	157.00	146.80	141.30	134.50	130.20	125.10	118.70	109.90	104.00	95.86	83.14	68.43
	90	135.70	129.00	119.80	115.00	108.80	105.00	100.50	94.85	87.29	82.23	75.50	65.02	52.86
	95	109.90	104.00	95.86	91.61	86.35	83.14	79.34	74.66	68.43	64.27	58.72	50.01	39.99
	100	87.29	82.23	75.50	71.99	67.66	65.02	61.89	58.02	52.86	49.38	44.79	37.67	29.51
	105	68.43	64.27	58.72	55.81	52.21	50.01	47.41	44.22	39.99	37.15	33.37	27.69	21.37
	110	52.86	49.38	44.79	42.40	39.47	37.67	35.53	32.90	29.51	27.29	24.38	19.94	15.05
	115	39.99	37.15	33.37	31.44	29.10	27.69	26.04	24.02	21.37	19.63	17.36	13.96	10.26
120	29.51	27.29	24.38	22.88	21.04	19.94	18.64	17.08	15.05	13.73	12.02	9.44	6.79	
Пресноводный лед (-1град). Eps= 3; Sigma=0.00003См/м и (-10град). Eps= 3; Sigma=0.00001См/м	70	79.56	75.04	69.02	65.88	61.99	59.61	56.79	53.29	48.65	45.60	41.48	35.15	28.31
	75	62.69	58.94	53.92	51.29	48.08	46.16	43.86	40.96	37.14	34.72	31.57	26.76	21.46
	80	48.65	45.60	41.48	39.30	36.68	35.15	33.36	31.18	28.31	26.43	23.97	20.26	16.20
	85	37.14	34.72	31.57	29.94	27.96	26.76	25.37	23.67	21.46	20.00	18.12	15.30	12.22
	90	28.31	26.43	23.97	22.72	21.18	20.26	19.18	17.88	16.20	15.10	13.68	11.53	9.15
	95	21.46	20.00	18.12	17.15	15.99	15.30	14.49	13.50	12.22	11.38	10.27	8.62	6.87
	100	16.20	15.10	13.68	12.95	12.06	11.53	10.90	10.13	9.15	8.51	7.69	6.49	5.17
	105	12.22	11.38	10.27	9.71	9.02	8.62	8.15	7.59	6.87	6.40	5.80	4.88	3.87
	110	9.15	8.51	7.69	7.28	6.79	6.49	6.15	5.72	5.17	4.81	4.34	3.65	2.88
	115	6.87	6.40	5.80	5.49	5.10	4.88	4.61	4.29	3.87	3.60	3.24	2.71	2.14
120	5.17	4.81	4.34	4.10	3.82	3.65	3.45	3.20	2.88	2.68	2.41	2.01	1.57	

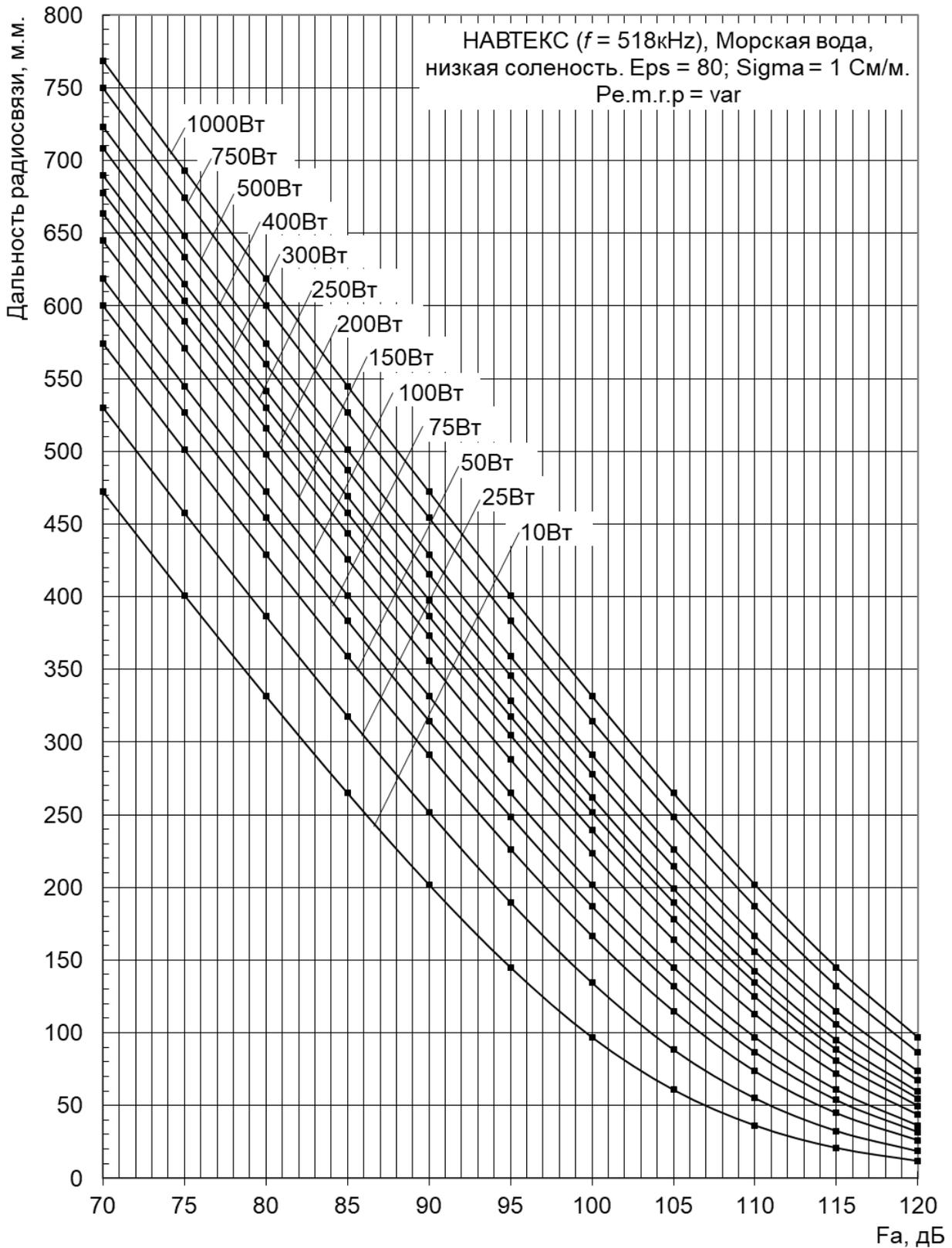


Рисунок А1 – Зависимость дальности радиосвязи НАВТЕКС от коэффициента шума  $F_a$  в точке приема. Морская вода, низкая соленость.  $\epsilon = 80$ ;  $\sigma = 1\text{ См/м}$

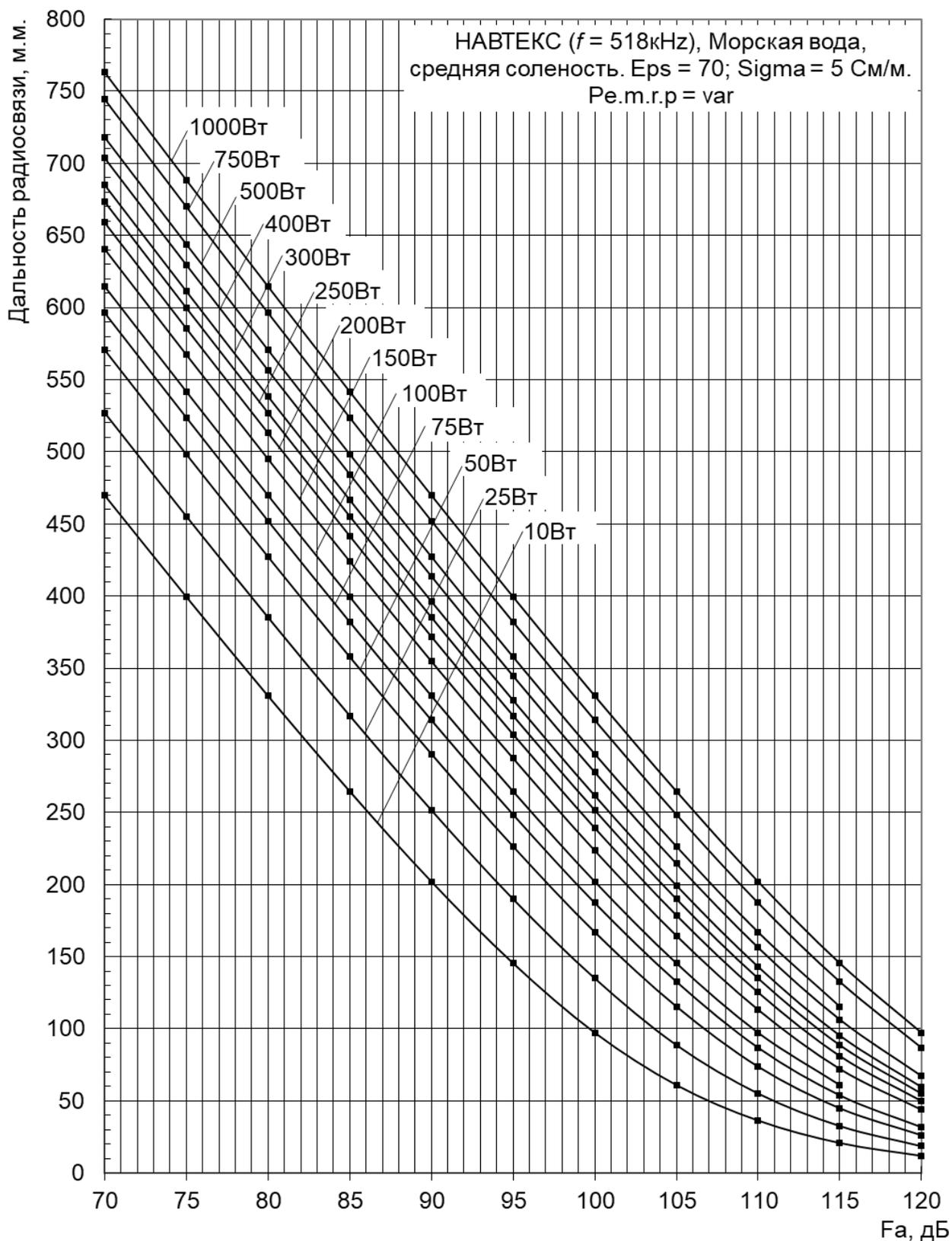


Рисунок А2 – Зависимость дальности радиосвязи НАВТЕКС от коэффициента шума  $F_a$  в точке приема. Морская вода, средняя соленость.  $\epsilon_r = 70$ ;  $\sigma = 5\text{ См/м.}$  Лед толщиной до 3 м

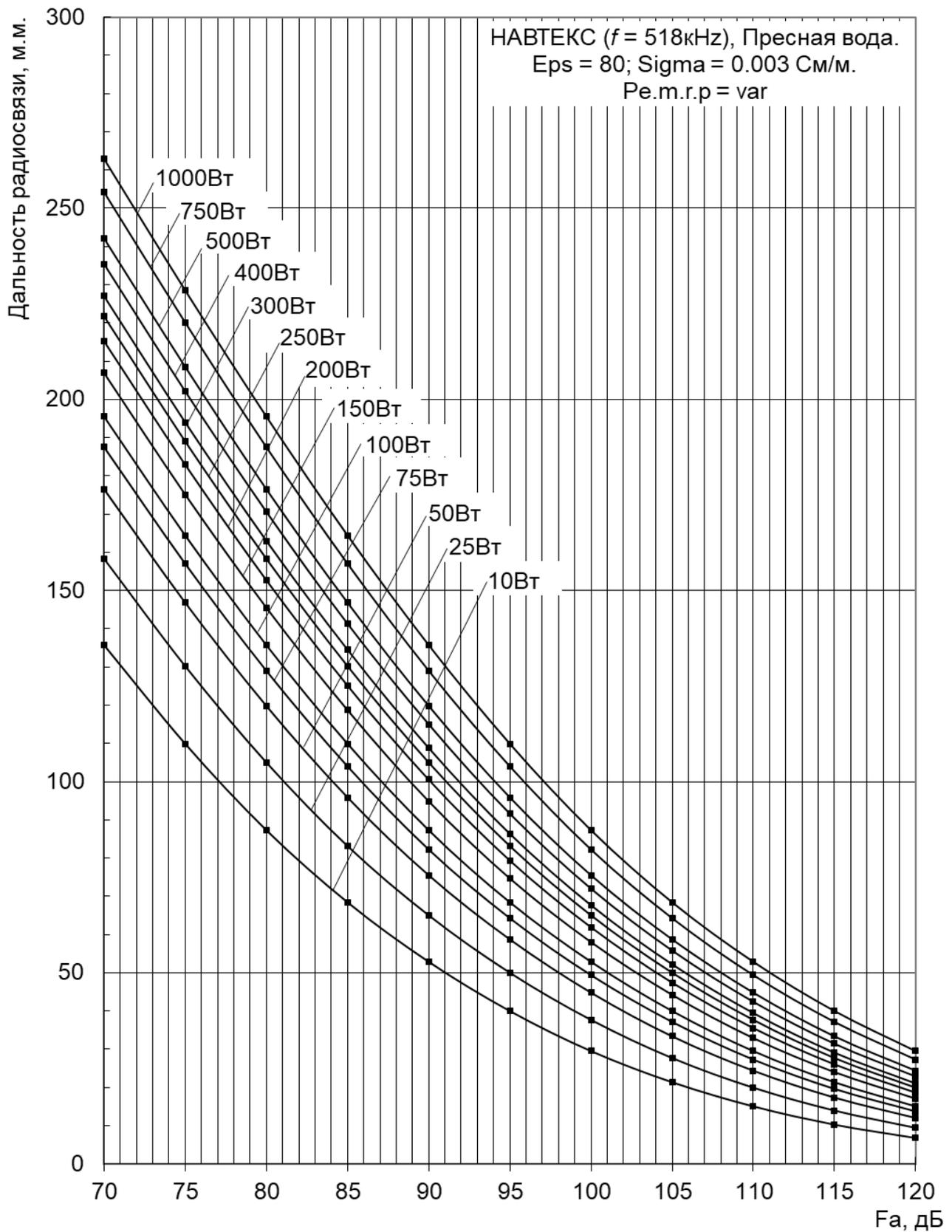


Рисунок А3 – Зависимость дальности радиосвязи НАВТЕКС от коэффициента шума  $F_a$  в точке приема. Пресная вода.  
 $\text{Eps} = 80$ ;  $\text{Sigma} = 0.003 \text{ Cm/m}$

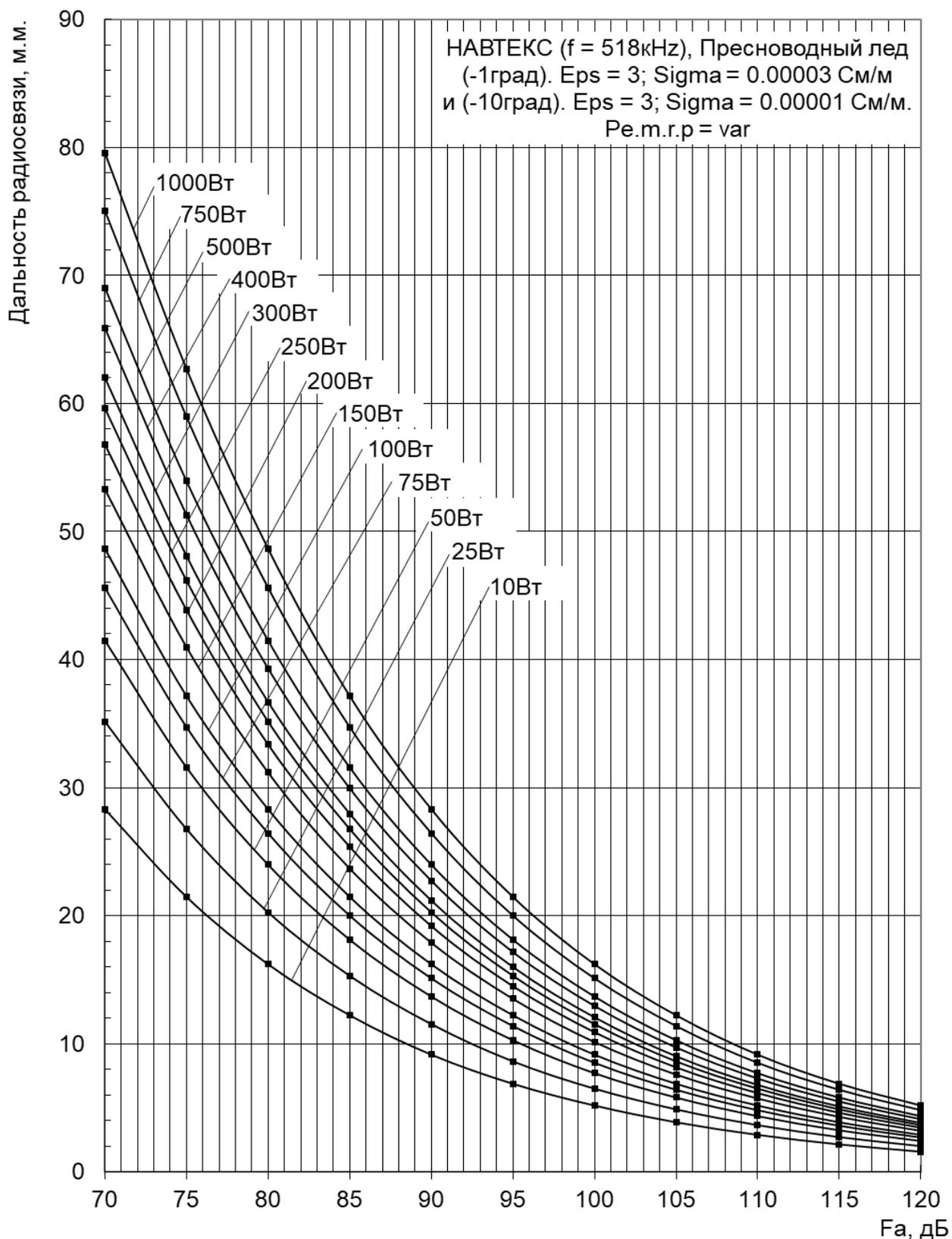


Рисунок А4 – Зависимость дальности радиосвязи НАВТЕКС от коэффициента шума  $F_a$  в точке приема.  
 Пресноводный лед (-1град).  $\epsilon = 3$ ;  $\sigma = 0.00003\text{ См/м}$   
 и (-10 град).  $\epsilon = 3$ ;  $\sigma = 0.00001\text{ См/м}$

Таблица А2.

## Граничные значения дальности радиосвязи (м.м.)

при различных значениях  $P_{e.m.r.p \text{ сред}}^{\text{Берег}} = P_{Tx \text{ РЕР}}^{\text{Берег}} \cdot A_{\text{эфф}}^{\text{Берег}} \cdot R_{pt}^{\text{Берег}}$ , Вт.

Телефония МР А2 ГМССБ,  $f = 2182,0$  кГц. Направление «Берег-Судно»

Тип подстилающей поверхности	Fa, дБ	$P_{e.m.r.p \text{ сред}}^{\text{Берег}} = P_{Tx \text{ РЕР}}^{\text{Берег}} \cdot A_{\text{эфф}}^{\text{Берег}} \cdot R_{pt}^{\text{Берег}}$ , Вт										
		500	400	300	250	200	150	100	75	50	25	10
Морская вода, низкая соленость. Eps = 80; Sigma = 1 См/м	55	404.60	395.90	384.70	377.60	369.00	357.90	342.20	331.20	315.70	289.50	255.30
	60	359.90	351.30	340.20	333.20	324.70	313.70	298.30	287.50	272.30	246.60	213.30
	65	315.70	307.30	296.40	289.50	281.10	270.30	255.30	244.70	229.90	204.90	172.80
	70	272.30	264.00	253.40	246.60	238.50	228.00	213.30	203.00	188.70	164.80	134.60
	75	229.90	221.80	211.50	204.90	197.00	186.90	172.80	163.00	149.50	127.20	99.55
	80	188.70	180.90	171.00	164.80	157.30	147.80	134.60	125.60	113.10	92.87	69.38
	85	149.50	142.20	133.00	127.20	120.30	111.50	99.55	91.40	80.59	64.04	45.66
Морская вода, средняя соленость. Eps = 70; Sigma = 5 См/м (Лед толщиной до 3 м)	55	437.60	428.20	416.20	408.60	399.30	387.40	370.70	358.80	342.30	314.10	277.40
	60	389.60	380.40	368.50	361.00	351.90	340.10	323.60	312.00	295.70	268.10	232.20
	65	342.30	333.20	321.50	314.10	305.10	293.60	277.40	266.00	250.00	223.10	188.40
	70	295.70	286.70	275.30	268.10	259.30	248.00	232.20	221.10	205.60	179.70	146.90
	75	250.00	241.30	230.20	223.10	214.60	203.60	188.40	177.80	163.10	138.80	108.50
	80	205.60	197.20	186.50	179.70	171.60	161.20	146.90	137.00	123.40	101.10	74.89
	85	163.10	155.10	145.00	138.80	131.20	121.60	108.50	99.51	87.43	68.94	48.56
90	123.40	116.10	106.80	101.10	94.33	85.93	74.89	67.65	58.21	44.08	29.63	

Граничные значения дальности радиосвязи (м.м.)

при различных значениях  $P_{e.m.r.p.сред}^{Берг} = P_{Tx PEP}^{Берг} \cdot A_{эфф}^{Берг} \cdot R_{пт}^{Берг}$ , Вт.

Телефония МР А2 ГМССБ,  $f = 2182,0$  кГц. Направление «Берег-Судно»

Тип подстилающей поверхности	Fa, дБ	$P_{e.m.r.p.сред}^{Берг} = P_{Tx PEP}^{Берг} \cdot A_{эфф}^{Берг} \cdot R_{пт}^{Берг}$ , Вт										
		500	400	300	250	200	150	100	75	50	25	10
Пресная вода. Eps= 80; Sigma= 0.003 См/м	55	85.50	82.25	78.18	75.67	72.67	68.91	63.84	60.38	55.72	48.27	39.63
	60	69.59	66.75	63.20	61.01	58.40	55.13	50.71	47.74	43.78	37.62	30.58
	65	55.72	53.24	50.16	48.27	46.04	43.29	39.63	37.19	33.94	28.97	23.31
	70	43.78	41.72	39.17	37.62	35.79	33.54	30.58	28.62	26.02	22.02	17.65
	75	33.94	32.27	30.22	28.97	27.50	25.69	23.31	21.74	19.71	16.67	13.30
	80	26.02	24.67	23.01	22.02	20.87	19.47	17.65	16.46	14.90	12.55	9.92
	85	19.71	18.68	17.42	16.67	15.79	14.71	13.30	12.38	11.17	9.33	7.33
	90	14.90	14.10	13.13	12.55	11.86	11.02	9.92	9.20	8.27	6.89	5.38
Пресноводный лед (-1град). Eps= 3; Sigma=0.00003См/м и (-10град). Eps= 3; Sigma=0.00001См/м	55	24.77	23.49	21.94	21.00	19.92	18.60	16.89	15.77	14.31	12.10	9.62
	60	18.83	17.86	16.68	15.97	15.14	14.13	12.81	11.94	10.80	9.07	7.24
	65	14.31	13.56	12.65	12.10	11.45	10.66	9.62	8.95	8.09	6.84	5.46
	70	10.80	10.21	9.50	9.07	8.58	7.99	7.24	6.74	6.11	5.16	4.10
	75	8.09	7.66	7.14	6.84	6.47	6.04	5.46	5.09	4.60	3.87	3.08
	80	6.11	5.79	5.39	5.16	4.88	4.54	4.10	3.82	3.46	2.91	2.31
	85	4.60	4.35	4.05	3.87	3.66	3.41	3.08	2.87	2.59	2.18	1.73
	90	3.46	3.27	3.04	2.91	2.75	2.55	2.31	2.15	1.94	1.63	1.29

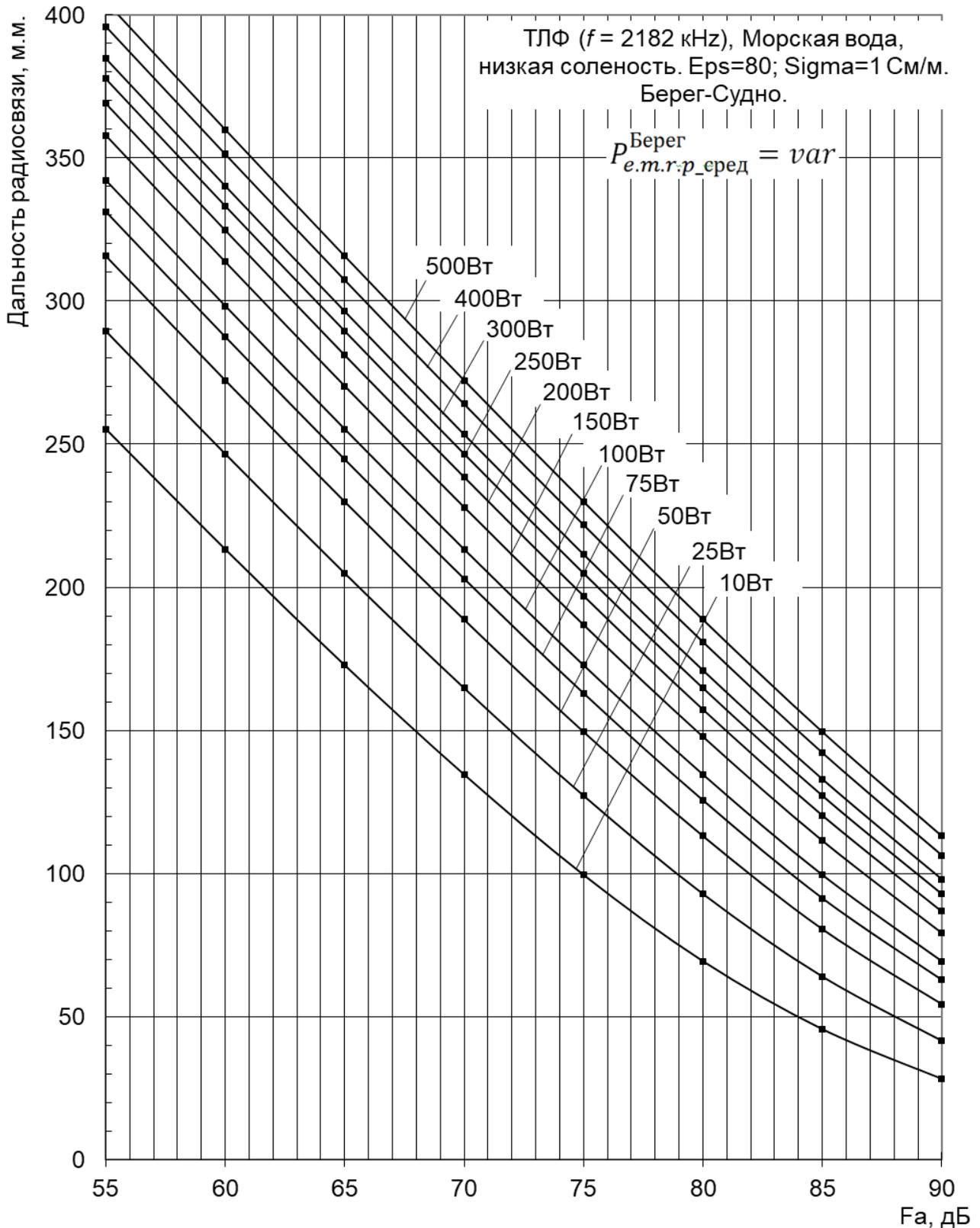


Рисунок А5 – Зависимость дальности радиосвязи «Берег-Судно» от коэффициента шума  $F_a$  в точке приема.

Телефония 2182 кГц.

Морская вода, низкая соленость ( $\epsilon_{ps} = 80$ ;  $\sigma = 1$  См/м)

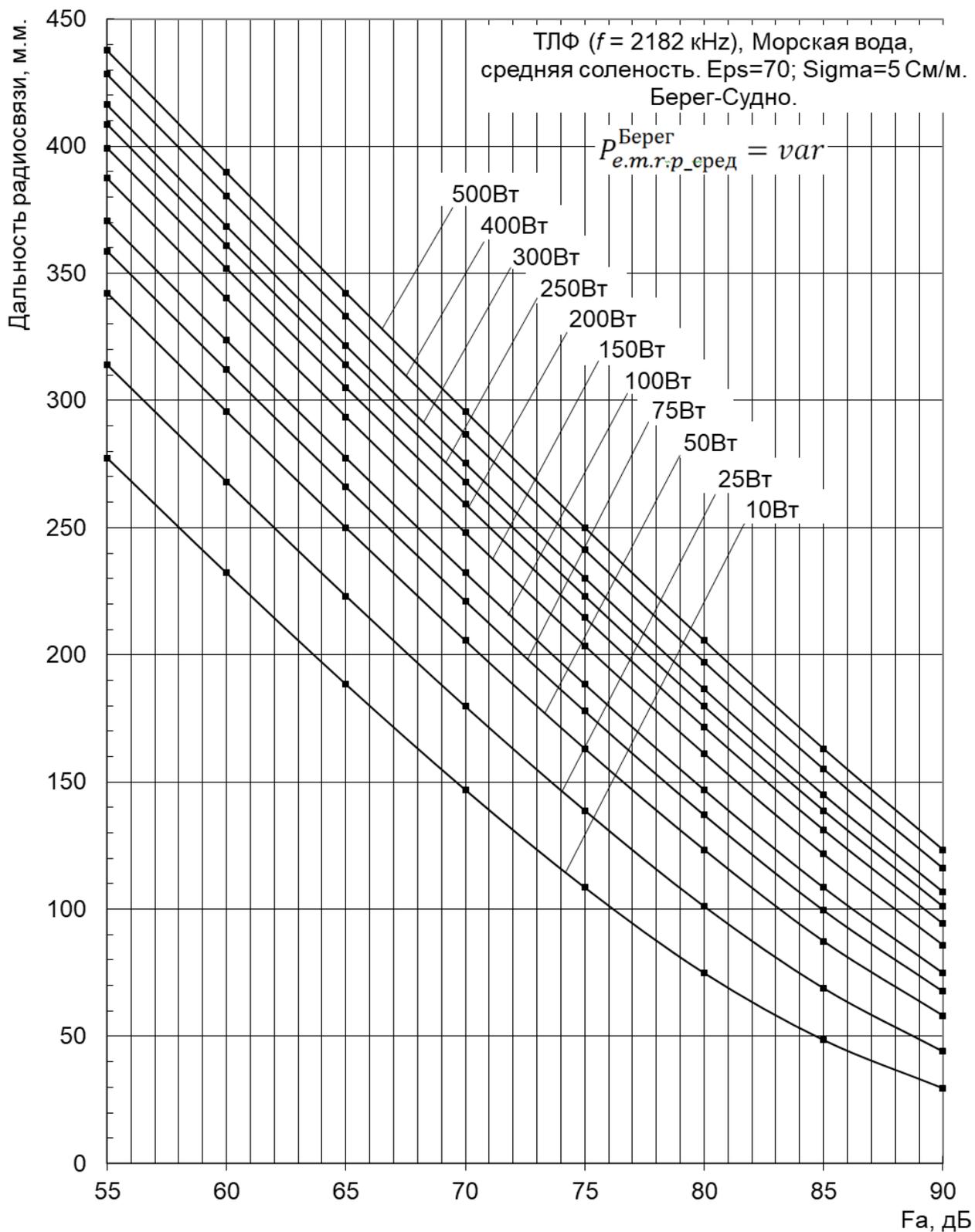


Рисунок А6 – Зависимость дальности радиосвязи «Берег-Судно» от коэффициента шума  $F_a$  в точке приема.

Телефония 2182 кГц.

Морская вода, средняя соленость ( $\epsilon_{ps} = 70$ ;  $\sigma = 5$  См/м).

Лед толщиной до 3 м

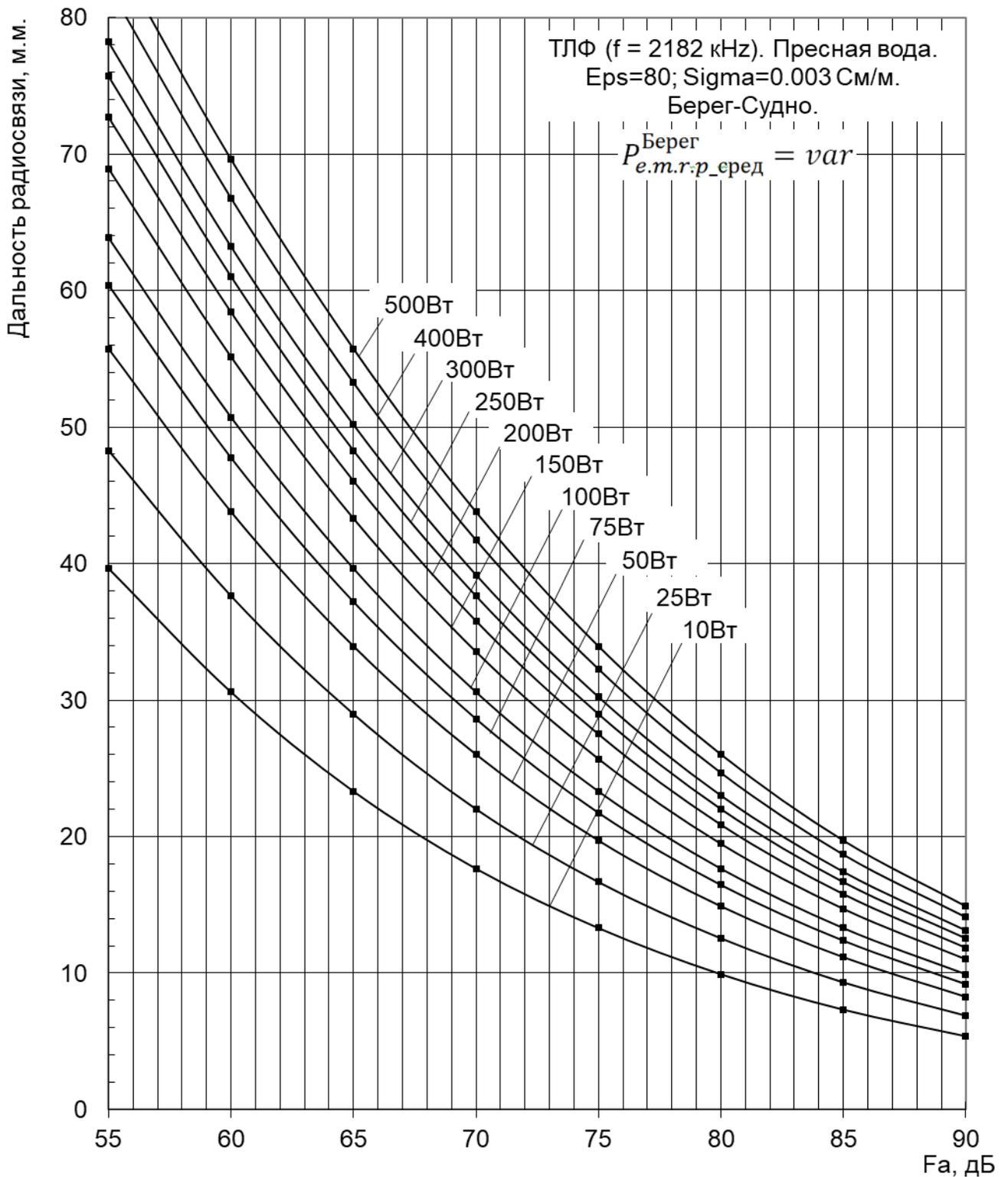


Рисунок А7 – Зависимость дальности радиосвязи «Берег-Судно» от коэффициента шума  $F_a$  в точке приема.

Телефония 2182 кГц.

Пресная вода ( $\epsilon_r = 80$ ;  $\sigma = 0.003$  См/м)

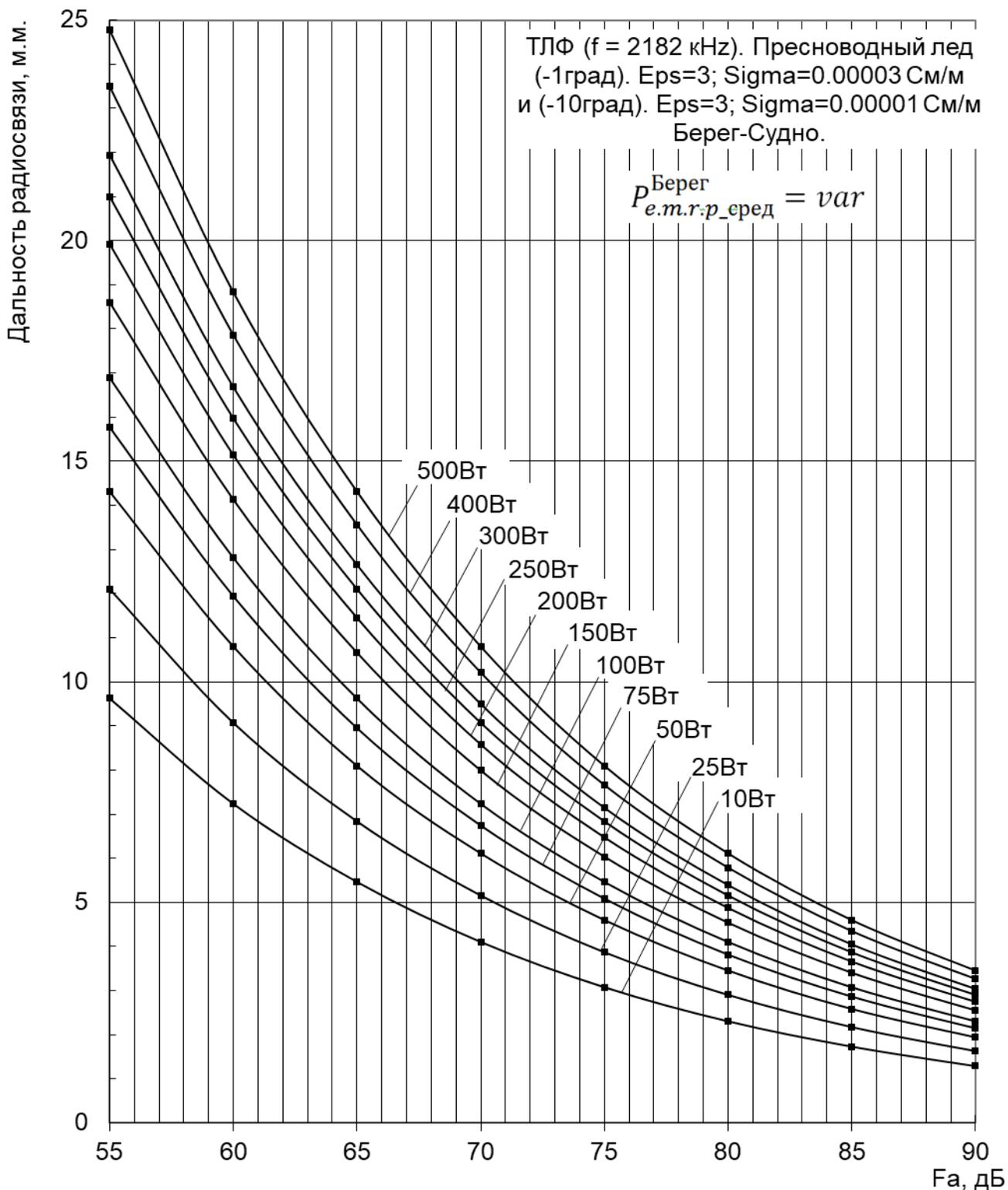


Рисунок А8 – Зависимость дальности радиосвязи «Берег-Судно» от коэффициента шума Fa в точке приема.

Телефония 2182 кГц.

Пресноводный лед (-1град). Eps= 3; Sigma= 0.00003 См/м  
и (-10 град). Eps= 3; Sigma=0.00001 См/м

Таблица А3.

Граничные значения дальности радиосвязи (м.м.) при пиковой эффективной излучаемой мощности монополя на судне

$$P_{e.m.r.p\ PEP}^{Судно} = P_{Tx\ PEP}^{Судно} \cdot A_{эфф}^{Судно} = 15 \text{ Вт.}$$

Телефония МР А2 ГМССБ,  $f = 2182,0$  кГц. Направление «Судно-Берег»

Тип подстилающей поверхности	Fa, дБ	Дальность, м.м.
1. Морская вода, низкая соленость. Eps= 80; Sigma= 1 См/м	55	287.60
	60	244.80
	65	203.10
	70	163.10
	75	125.60
	80	91.47
	85	62.93
	90	40.76
2. Морская вода. Средняя соленость. Epsilon= 70; Sigma = 5 См/м (лед толщиной до 3 м)	55	312.10
	60	266.10
	65	221.20
	70	177.90
	75	137.00
	80	99.58
	85	67.70
	90	43.16
3. Пресная вода. Eps= 80; Sigma= 0.003 См/м	55	47.76
	60	37.20
	65	28.63
	70	21.76
	75	16.47
	80	12.39
	85	9.20
	90	6.80
4. Пресноводный лед (-1 град). Eps= 3; Sigma= 0.00003 См/м и (-10 град). Eps= 3; Sigma=0.00001 См/м	55	11.95
	60	8.96
	65	6.75
	70	5.09
	75	3.82
	80	2.87
	85	2.15
	90	1.61

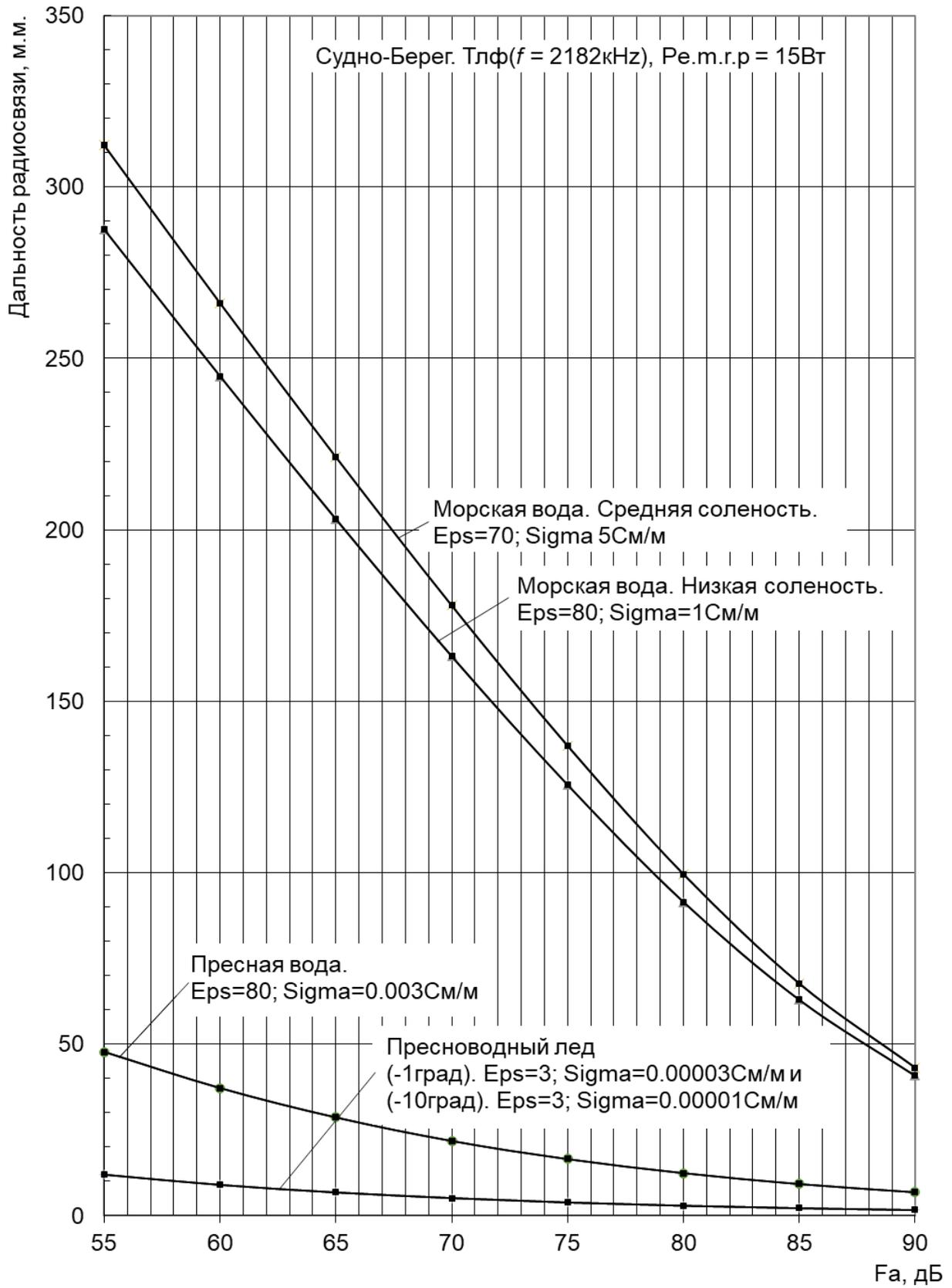


Рисунок А9 – Зависимость дальности радиосвязи «Судно-Берег» от коэффициента шума  $F_a$  в точке приема.  
Телефония 2182 кГц.  $P_{e.m.r.p}^{Судно} = 15\text{ Вт}$

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Методика измерения промышленного шума в месте расположения антенны БС**

Фоновый шум в месте расположения береговой станции существенно зависит от типа местности. Перед началом проектирования береговой станции в случае наличия неопределенности, к какому типу местности следует отнести место будущей стройки необходимо произвести измерение промышленного шума. Также измерения необходимо проводить во время проведения натурных испытаний, когда во время эксплуатации объекта происходит изменение типа местности.

Приведенная методика измерения промышленного шума создана на основе Рекомендации МСЭ-R SM.1753 “Методы измерения радиошума” [5] и отчета МСЭ-R SM.2155 “Измерение промышленных шумов в ВЧ диапазоне” [6].

Для измерения промышленного шума необходимо выполнить следующие действия:

а) Определить временной интервал проведения измерений, как интервал с минимальным уровнем атмосферных шумов (для примера, приведенного на Рис.1 указанное время составляет 08:00–12:00). В случае наличия информации о неравномерности промышленного шума в течение суток и сезона, то выбрать временной интервал, при котором промышленный шум максимален;

б) Для требуемых частот и соответствующих полос в период времени 1-2 часа, попадающем во временной интервал, выбранный в п. а), произвести измерение напряженности поля суммарного радиошума в двух разных местах – в месте расположения береговой станции СОБМ и в эталонном месте проведения. Расстояние между этими местами должно быть больше расстояния для обычных излучений индустриального шума (включая шумы отдельных несущих SCN), но достаточно малым, чтобы были обеспечены одинаковые условия распространения в ионосфере

(рекомендовано от 500 м до 10 км). При этом на БС должно быть включено все собственное радиооборудование. Если в качестве эталонной точки используется судно, то оно должно быть установлено в месте якорной стоянки и в процессе измерений на нем должно быть выключено все электрооборудование и двигатели, создающие палубный шум электромагнитных излучений. По результатам измерений построить временные диаграммы;

с) Используя приведенный в [5] и [6] метод 20%, определить среднее значение напряженности поля гауссовской составляющей общего шума (WGN) –  $E_{am}^{\Sigma WGN \text{ Берег}}$  и  $E_{am}^{\Sigma WGN \text{ Судно}}$ .

Примечание. Данный метод в общем случае предназначен для исключения частотных диапазонов, занятых сосредоточенными излучениями, которые в случае фиксированных частот телефонии и НАВТЕКС нельзя исключать, а необходимо также считать их, как промышленную помеху. Однако он позволяет устранить из результата любой импульсный атмосферный шум, например, от грозовых разрядов, оставив точную оценку только MANMADE NOISE [6, п.6.1]. Метод 20% определения среднего значения гауссовской составляющей заключается в принятии в расчет 20% измерений с минимальным значением [5, п.10.3]. При этом требуется учет поправки, которая является разницей средней величины всех (100%) отсчетов и средней величины 20% самых нижних отсчетов, полученных в результате измерений с источником шума. Данную поправку можно предварительно определить в лабораторных условиях;

d) По результатам измерений рассчитать коэффициент промышленного шума на берегу:

$$F_{am}^{\text{пш\_Берег}} = 10 \log \left( 10^{\left( \frac{E_{am}^{\Sigma WGN \text{ Берег}}}{10} \right)} - 10^{\left( \frac{E_{am}^{\Sigma WGN \text{ Судно}}}{10} \right)} \right) - 20 \log(f_{\text{МГц}}) -$$

$$-B + 95,5 \text{ (дБ)}, \quad (\text{Б1})$$

где  $E_{am}^{\Sigma WGN \text{ Берег}}$  и  $E_{am}^{\Sigma WGN \text{ Судно}}$  приведены в дБ(мкВ/м).

Примечание. При отсутствии возможности проведения параллельных измерений на береговой станции и в эталонной точке, упрощенно можно определить уровень промышленного шума на берегу из общего измеренного шума  $E_{am}^{\Sigma WGN BC}$  с учетом рассчитанных коэффициентов атмосферного  $F_{am}^{аш}$  и галактического  $F_{am}^{гш}$  шумов для соответствующего времени суток и сезона:

$$F_{am}^{пш\_Берег} = 10 \log \left( 10^{\left( \frac{E_{am}^{\Sigma WGN \text{ Берег}}}{10} \right)} - 10^{\left( \frac{F_{am}^{аш}}{10} \right)} - 10^{\left( \frac{F_{am}^{гш}}{10} \right)} \right) \quad (\text{дБ}) \quad (\text{Б2})$$

где:

$$F_{am}^{\Sigma WGN \text{ Берег}} = E_{am}^{\Sigma WGN \text{ Берег}} - 20 \log(f_{\text{МГц}}) - B + 95,5 \quad (\text{дБ}) \quad (\text{Б3})$$

е) При необходимости можно определить спектральную плотность мощности шума относительно 1 Вт на частоте 3 МГц:

$$P_{n\_3\text{МГц}} = F_{am}^{пш\_Берег} + 27,7 [\log(f, \text{МГц}) - \log(3)] - 204 \quad (\text{дБ(Вт/Гц)}), \quad (\text{Б4})$$

где  $f$  (МГц) – частота, на которой проведены измерения.

Значение верхнего дециля  $D_u^{пш \text{ Берег}}$  выбирается для наиболее подходящей категории окружающей среды, приведенной в Таблице 2: 9,2 дБ – для сельских местностей; 10,6 дБ для жилого района и 11 дБ для деловой зоны. Соответственно, стандартное отклонение  $\sigma(F_{am}^{пш \text{ Берег}}) = D_u^{пш \text{ Берег}} / 1.282$ .

## ПРИЛОЖЕНИЕ В. Напряженность поля для различных типов подстилающей поверхности

Таблица В1.

Напряженность поля  $E$ , дБ(мкВ/м) для различных типов подстилающей поверхности.  $f = 518$  кГц,  $P_{e.m.r.p.} = 1$  кВт

Distance (м.м.)	Distance (км)	518 kHz Морские участки трассы					518 kHz Наземные участки трассы					
		1. Морская вода. Низкая соленость. Epsilon=80; Sigma 1См/м	2. Морская вода. Средняя соленость. Epsilon=70; Sigma 5См/м (лед ≤ 3 м)	3. Пресная вода. Epsilon=80; Sigma 0.003См/м	4. Пр.водный лед (-1градС). Epsilon=3; Sigma 0.00003См/м	5. Пр.водный лед (-10градС). Epsilon=3; Sigma 0.00001См/м	6. Суша_1 Epsilon=40; Sigma 0.03См/м	7. Вл.почва Epsilon=30; Sigma 0.01См/м	8. Суша_2 Epsilon=22; Sigma 0.003См/м	9. Ср.сух.поч. Epsilon=15; Sigma 0.001См/м	10. Сух.поч. Epsilon=7; Sigma 0.0003См/м	11. Оч.сух.поч. Epsilon=3; Sigma 0.0001См/м
0.05	0.1	129.48	129.48	129.15	126.01	125.81	129.47	129.45	129.35	129.04	128.35	127.11
0.11	0.2	123.46	123.46	122.99	118.53	118.28	123.45	123.41	123.26	122.81	121.80	120.00
0.16	0.3	119.94	119.94	119.35	113.90	113.62	119.92	119.88	119.68	119.12	117.84	115.61
0.22	0.4	117.44	117.44	116.75	110.47	110.17	117.42	117.36	117.13	116.47	114.97	112.36
0.27	0.5	115.50	115.50	114.73	107.71	107.40	115.48	115.41	115.15	114.39	112.68	109.75
0.32	0.6	113.92	113.92	113.07	105.40	105.08	113.89	113.82	113.52	112.68	110.78	107.55
0.38	0.7	112.58	112.58	111.65	103.40	103.07	112.55	112.47	112.14	111.22	109.14	105.64
0.43	0.8	111.42	111.42	110.42	101.62	101.29	111.39	111.30	110.94	109.94	107.69	103.94
0.49	0.9	110.40	110.40	109.33	100.03	99.69	110.36	110.26	109.88	108.81	106.40	102.41
0.54	1	109.48	109.48	108.35	98.58	98.24	109.44	109.34	108.92	107.78	105.22	101.01
1.08	2	103.46	103.46	101.80	88.45	88.15	103.39	103.22	102.57	100.81	96.96	91.11
1.62	3	99.93	99.94	97.85	82.08	81.82	99.84	99.62	98.75	96.48	91.61	84.70
2.16	4	97.43	97.43	94.97	77.39	77.16	97.31	97.04	95.97	93.24	87.52	79.91
2.70	5	95.49	95.49	92.69	73.66	73.48	95.35	95.02	93.76	90.61	84.17	76.08
3.24	6	93.90	93.91	90.78	70.58	70.42	93.74	93.36	91.92	88.37	81.30	72.89
3.78	7	92.56	92.57	89.14	67.95	67.81	92.37	91.94	90.34	86.41	78.80	70.17
4.32	8	91.40	91.40	87.69	65.66	65.54	91.19	90.71	88.93	84.66	76.57	67.80
4.86	9	90.37	90.38	86.40	63.63	63.52	90.14	89.61	87.67	83.06	74.55	65.70
5.40	10	89.45	89.46	85.22	61.81	61.71	89.20	88.62	86.53	81.59	72.72	63.82
10.8	20	83.38	83.39	76.93	49.71	49.68	82.92	81.89	78.34	70.88	60.19	51.43
16.2	30	79.80	79.81	71.54	42.56	42.55	79.13	77.68	72.85	63.72	52.72	44.17
21.6	40	77.23	77.25	67.40	37.44	37.44	76.37	74.51	68.53	58.32	47.42	39.00

Таблица В1. Продолжение.

Напряженность поля E, дБ(мкВ/м) для различных типов подстилающей поверхности.  $f = 518$  кГц,  $P_{e.m.r.p.} = 1$  кВт

Distance (m.m.)	Distance (km)	518 kHz Морские участки трассы					518 kHz Наземные участки трассы					
		1. Морская вода. Низкая соленость. Epsilon=80; Sigma 1См/м	2. Морская вода. Средняя соленость. Epsilon=70; Sigma 5См/м (лед ≤ 3 м)	3. Пресная вода. Epsilon=80; Sigma 0.003См/м	4. Пр.водный лед (-1градС). Epsilon=3; Sigma 0.00003См/м	5. Пр.водный лед (-10градС). Epsilon=3; Sigma 0.00001См/м	6. Суша_1 Epsilon=40; Sigma 0.03См/м	7. Вл.почва Epsilon=30; Sigma 0.01См/м	8. Суша_2 Epsilon=22; Sigma 0.003См/м	9. Ср.сух.поч. Epsilon=15; Sigma 0.001См/м	10. Сух.поч. Epsilon=7; Sigma 0.0003См/м	11. Оч.сух.поч. Epsilon=3; Sigma 0.0001См/м
27.0	50	75.27	75.30	63.98	33.42	33.43	74.19	71.91	64.89	54.02	43.30	34.95
32.4	60	73.60	73.63	61.05	30.09	30.11	72.37	69.70	61.71	50.47	39.91	31.61
37.8	70	72.17	72.20	58.52	27.24	27.26	70.73	67.72	58.87	47.45	37.01	28.74
43.2	80	70.91	70.94	56.21	24.83	24.85	69.29	65.93	56.40	44.89	34.57	26.32
48.6	90	69.78	69.81	54.10	22.58	22.61	67.98	64.27	54.07	42.56	32.31	24.07
54.0	100	68.75	68.78	52.16	20.54	20.56	66.78	62.73	51.91	40.45	30.25	22.02
108	200	61.31	61.36	37.96	5.74	5.78	57.75	50.65	36.51	25.58	15.47	7.20
162	300	55.98	56.02	27.96	-4.94	-4.90	51.03	41.48	26.09	15.12	4.88	-3.49
216	400	51.40	51.41	19.43	-14.28	-14.24	45.18	33.55	17.29	6.08	-4.36	-12.83
270	500	47.16	47.14	11.54	-23.06	-23.02	39.76	26.29	9.15	-2.38	-13.03	-21.61
324	600	43.11	43.06	3.95	-31.57	-31.53	34.59	19.39	1.31	-10.56	-21.42	-30.12
378	700	39.19	39.10	-3.47	-39.94	-39.89	29.58	12.70	-6.36	-18.60	-29.67	-38.49
432	800	35.36	35.23	-10.80	-48.22	-48.17	24.66	6.13	-13.95	-26.54	-37.83	-46.77
486	900	31.60	31.43	-18.06	-56.44	-56.38	19.82	-0.35	-21.47	-34.43	-45.93	-54.98
540	1000	27.89	27.68	-25.27	-64.61	-64.55	15.03	-6.78	-28.94	-42.26	-53.98	-63.15
1080	2000	-7.63	-8.23	-95.85	-144.75	-144.66	-31.24	-69.52	-102.13	-119.06	-132.96	-143.28
1620	3000	-41.86	-42.86	-165.15	-223.60	-223.48	-76.22	-130.98	-174.04	-194.58	-210.65	-222.14
2160	4000	-75.55	-76.94	-233.91	-301.91	-301.76	-120.65	-191.90	-245.40	-269.55	-287.79	-300.44
2700	5000	-108.91	-110.69	-302.34	-379.90	-379.72	-164.77	-252.49	-316.44	-344.20	-364.61	-378.42
3240	6000	-142.06	-144.24	-370.55	-457.68	-457.46	-208.66	-312.86	-387.27	-418.63	-441.21	-456.19
3780	7000	-175.04	-177.61	-438.60	-535.28	-535.04	-252.39	-373.07	-457.93	-492.90	-517.65	-533.79
4320	8000	-207.89	-210.85	-506.52	-612.76	-612.48	-295.99	-433.15	-528.45	-567.03	-593.95	-611.25
4860	9000	-240.62	-243.97	-574.31	-690.11	-689.80	-339.46	-493.10	-598.86	-641.04	-670.14	-688.60
5400	10000	-273.23	-276.98	-642.00	-767.35	-767.01	-382.83	-552.95	-669.150	-714.940	-746.21	-765.83

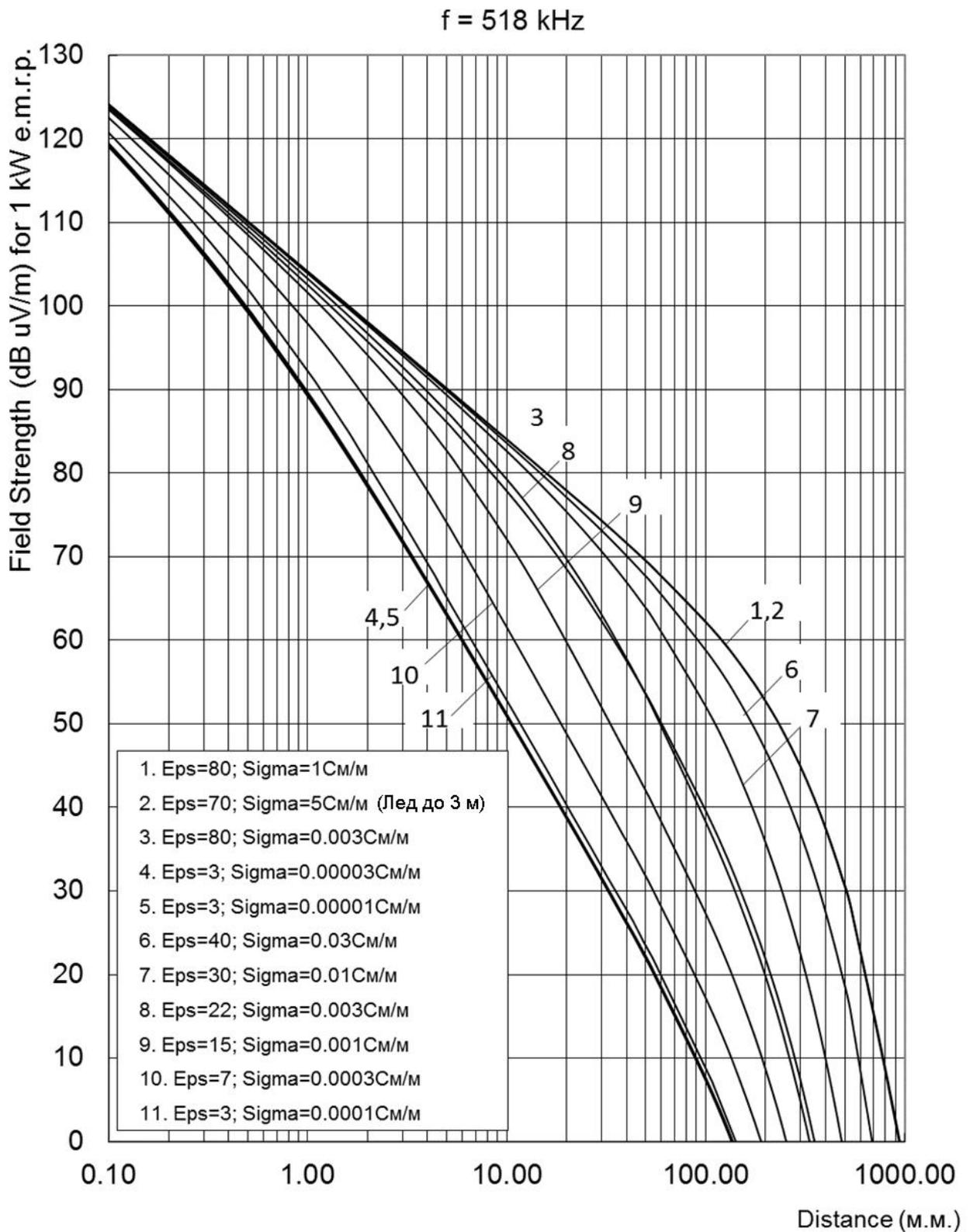


Рисунок В1 – Напряженность поля E, дБ(мкВ/м) для различных типов подстилающей поверхности.  $f = 518$  кГц,  $P_{e.m.r.p.} = 1$  кВт

$$P_{e.m.r.p.}^{\text{НАВТЕКС}} = P_{Tx\_PEP}^{\text{НАВТЕКС}} \cdot A_{\text{эфф}}^{\text{НАВТЕКС}}$$

Таблица В2.

Напряженность поля  $E$ , дБ(мкВ/м) для различных типов подстилающей поверхности.  $f = 2182$  кГц,  $P_{e.m.r.p. \text{ сред}} = 1$  кВт

Distance (м.м.)	Distance (км)	2182 kHz Морские участки трассы					2182 kHz Наземные участки трассы					
		1. Морская вода. Низкая соленость. Epsilon=80; Sigma 1C/м	2. Морская вода. Средняя соленость. Epsilon=70; Sigma 5C/м (лед ≤ 3 м)	3. Пресная вода. Epsilon=80; Sigma 0.003C/м	4. Пр.водный лед (-1градС). Epsilon=3; Sigma 0.00003C/м	5. Пр.водный лед (-10градС). Epsilon=3; Sigma 0.00001C/м	6. Суша_1 Epsilon=40; Sigma 0.03Cм/м	7. Вл.почва Epsilon=30; Sigma 0.01Cм/м	8. Суша_2 Epsilon=22; Sigma 0.003Cм/м	9. Ср.сух.поч. Epsilon=15; Sigma 0.001Cм/м	10. Сух.поч. Epsilon=7; Sigma 0.0003Cм/м	11. Оч.сух.поч. Epsilon=3; Sigma 0.0001Cм/м
0.05	0.1	129.48	129.48	127.95	121.99	121.92	129.33	128.95	127.84	126.44	124.51	122.22
0.11	0.2	123.46	123.46	121.28	113.04	112.97	123.23	122.66	121.05	119.08	116.39	113.30
0.16	0.3	119.93	119.94	117.26	107.39	107.33	119.63	118.91	116.91	114.51	111.27	107.64
0.22	0.4	117.43	117.44	114.34	103.19	103.12	117.07	116.21	113.86	111.12	107.44	103.43
0.27	0.5	115.49	115.50	112.02	99.81	99.75	115.07	114.08	111.43	108.39	104.35	100.04
0.32	0.6	113.91	113.92	110.10	96.99	96.93	113.43	112.31	109.39	106.08	101.74	97.20
0.38	0.7	112.57	112.58	108.45	94.56	94.50	112.03	110.80	107.63	104.09	99.48	94.75
0.43	0.8	111.41	111.42	106.99	92.42	92.37	110.81	109.48	106.06	102.31	97.48	92.60
0.49	0.9	110.38	110.39	105.69	90.51	90.46	109.74	108.30	104.66	100.72	95.69	90.68
0.54	1	109.47	109.48	104.52	88.77	88.73	108.77	107.23	103.37	99.26	94.05	88.94
1.08	2	103.43	103.45	96.39	77.14	77.11	102.27	99.82	94.27	89.01	82.79	77.23
1.62	3	99.89	99.93	91.27	70.18	70.16	98.30	95.09	88.33	82.49	75.90	70.23
2.16	4	97.38	97.42	87.43	65.2	65.19	95.38	91.47	83.80	77.67	70.92	65.24
2.70	5	95.43	95.48	84.33	61.33	61.33	93.03	88.49	80.12	73.84	67.04	61.36
3.24	6	93.83	93.88	81.72	58.17	58.16	91.05	85.93	77.01	70.68	63.86	58.18
3.78	7	92.47	92.54	79.45	55.48	55.48	89.32	83.66	74.33	67.98	61.16	55.49
4.32	8	91.29	91.37	77.44	53.15	53.15	87.78	81.62	71.97	65.64	58.82	53.16
4.86	9	90.25	90.34	75.64	51.1	51.1	86.39	79.75	69.86	63.56	56.76	51.10
5.4	10	89.32	89.41	74	49.26	49.26	85.11	78.02	67.96	61.70	54.91	49.25
10.8	20	83.11	83.29	62.63	37.06	37.06	75.67	65.55	55.33	49.38	42.67	37.05
16.2	30	79.42	79.69	55.58	29.81	29.81	69.09	57.68	47.90	42.08	35.41	29.79
21.6	40	76.7	77.04	50.42	24.56	24.56	63.86	52.03	42.57	36.82	30.15	24.53

Таблица В2. Продолжение.

Напряженность поля E, дБ(мкВ/м) для различных типов подстилающей поверхности.  $f = 2182$  кГц,  $P_{e.m.r.p. \text{ сред}} = 1$  кВт

Distance (м.м.)	Distance (км)	2182 kHz Морские участки трассы					2182 kHz Наземные участки трассы					
		1. Морская вода. Низкая соленость. Epsilon=80; Sigma 1С/м	2. Морская вода. Средняя соленость. Epsilon=70; Sigma 5С/м (лед ≤ 3 м)	3. Пресная вода. Epsilon=80; Sigma 0.003С/м	4. Пр.водный лед (-1градС). Epsilon=3; Sigma 0.00003С/м	5. Пр.водный лед (-10градС). Epsilon=3; Sigma 0.00001С/м	6. Суша_1 Epsilon=40; Sigma 0.03См/м	7. Вл.почва Epsilon=30; Sigma 0.01См/м	8. Суша_2 Epsilon=22; Sigma 0.003См/м	9. Ср.сух.поч. Epsilon=15; Sigma 0.001См/м	10. Сух.поч. Epsilon=7; Sigma 0.0003См/м	11. Оч.сух.поч. Epsilon=3; Sigma 0.0001См/м
27.0	50	74.52	74.94	46.38	20.47	20.48	59.57	47.70	38.44	32.73	26.07	20.45
32.4	60	72.69	73.18	42.95	16.98	16.98	55.79	44.09	34.94	29.24	22.58	16.95
37.8	70	71.09	71.65	39.98	13.95	13.95	52.50	41.00	31.91	26.22	19.55	13.92
43.2	80	69.66	70.28	37.33	11.24	11.25	49.59	38.26	29.21	23.53	16.86	11.22
48.6	90	68.35	69.04	34.93	8.79	8.79	46.98	35.80	26.77	21.09	14.40	8.76
54.0	100	67.14	67.9	32.73	6.52	6.52	44.62	33.54	24.52	18.84	12.14	6.49
108	200	57.8	59.12	15.84	-11.02	-11.02	27.36	16.37	7.25	1.49	-5.32	-11.05
162	300	50.43	52.19	2.36	-25.19	-25.19	14.14	2.75	-6.60	-12.48	-19.41	-25.21
216	400	43.73	45.88	-10.18	-38.45	-38.44	1.94	-9.94	-19.53	-25.53	-32.59	-38.47
270	500	37.33	39.86	-22.39	-51.38	-51.37	-9.90	-22.29	-32.13	-38.25	-45.43	-51.39
324	600	31.12	34.01	-34.43	-64.14	-64.14	-21.57	-34.48	-44.56	-50.80	-58.11	-64.15
378	700	25.03	28.28	-46.37	-76.8	-76.79	-33.13	-46.55	-56.89	-63.25	-70.68	-76.81
432	800	19.03	22.64	-58.21	-89.37	-89.36	-44.61	-58.54	-69.13	-75.61	-83.17	-89.37
486	900	13.09	17.08	-69.99	-101.87	-101.86	-56.02	-70.47	-81.30	-87.90	-95.59	-101.87
540	1000	7.22	11.56	-81.72	-114.32	-114.31	-67.38	-82.34	-93.42	-100.14	-107.96	-114.32
1080	2000	-49.97	-42	-197.41	-237.23	-237.22	-179.38	-199.47	-213.03	-220.95	-230.04	-237.19
1620	3000	-105.88	-94.27	-311.81	-358.85	-358.84	-290.09	-315.31	-331.35	-340.48	-350.84	-358.78
2160	4000	-161.24	-145.99	-425.66	-479.93	-479.91	-400.25	-430.61	-449.13	-459.45	-471.08	-479.83
2700	5000	-216.27	-197.4	-539.19	-600.69	-600.66	-510.10	-545.58	-566.59	-578.11	-591.01	-600.55
3240	6000	-271.09	-248.58	-652.51	-721.22	-721.2	-619.72	-660.34	-683.82	-696.55	-710.72	-721.05
3780	7000	-325.75	-299.6	-765.66	-841.6	-841.57	-729.18	-774.93	-800.90	-814.82	-830.27	-841.39
4320	8000	-380.27	-350.49	-878.67	-961.83	-961.8	-838.51	-889.39	-917.83	-932.96	-949.67	-961.59
4860	9000	-434.67	-401.25	-991.57	-1081.00	-1081.00	-947.72	-1003.70	-1034.65	-1050.98	-1068.96	-1081.68
5400	10000	-488.96	-451.91	-1104.00	-1201.00	-1201.00	-1056.81	-1117.95	-1151.36	-1168.89	-1188.14	-1201.65

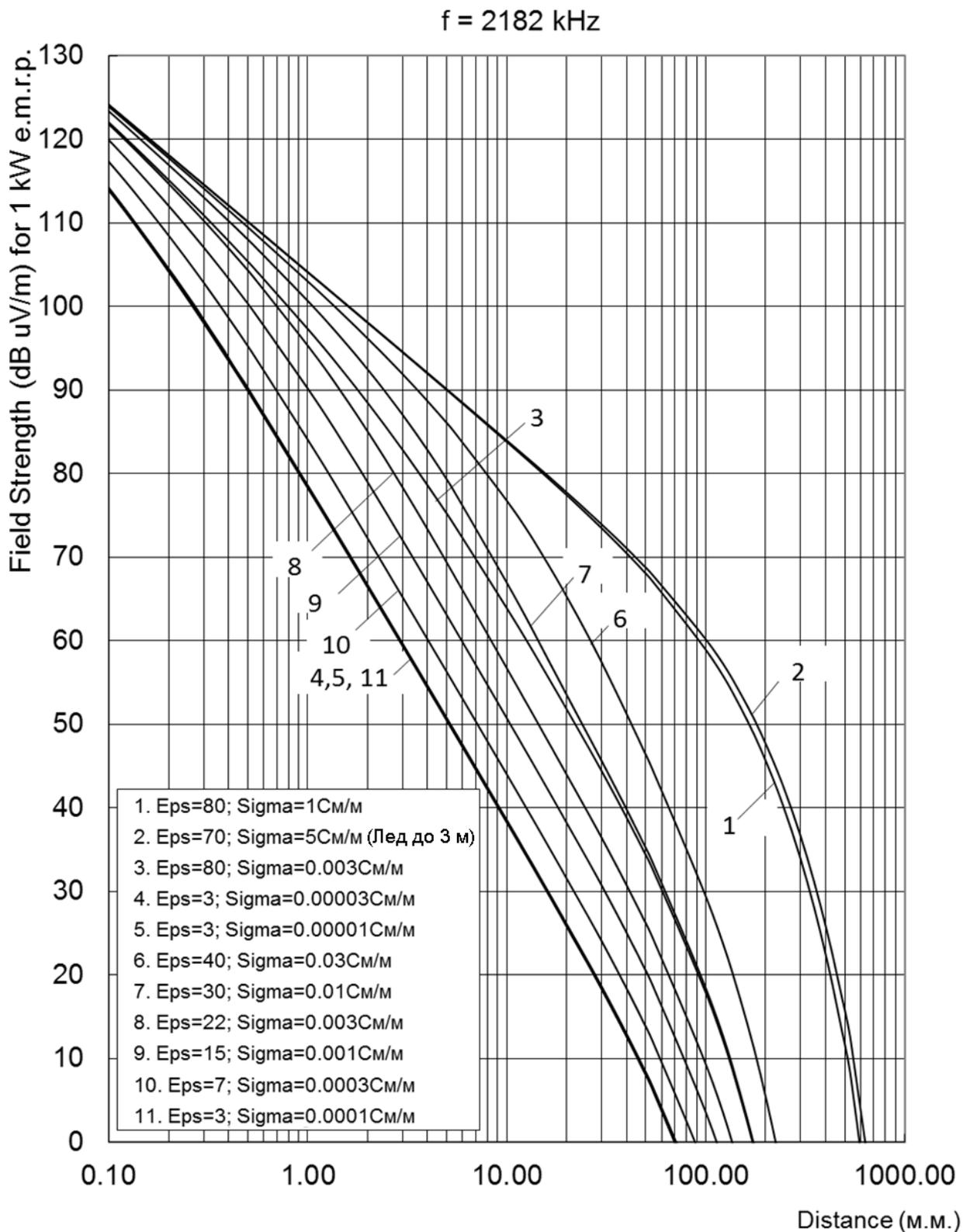


Рисунок В2 – Напряженность поля E, дБ(мкВ/м) для различных типов подстилающей поверхности.  $f = 2182$  кГц,  $P_{e.m.r.p. \text{ сред}} = 1$  кВт

$$P_{e.m.r.p. \text{ сред}}^{\text{Тлф}} = P_{Tx\_PEP}^{\text{Тлф}} \cdot A_{\text{эфф}}^{\text{Тлф Берег}} \cdot R_{pt}^{\text{Тлф Берег}}$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Зависимость коэффициента $\sigma A_{eff}$

Таблица Г1.

Зависимость коэффициента  $\sigma A_{eff}$  от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде морской воды низкой/средней солености с  $\varepsilon = 80/70$  и  $\sigma = 1/5$  См/м на частоте  $f = 518$  кГц

$d_1$ , км	1. Суша (1) Epsilon=40; Sigma = 0.03 См/м	2. Влажная почва Epsilon=30; Sigma = 0.01 См/м	3. Суша (2) Epsilon=22; Sigma = 0.003 См/м	4. Средне сухая почва Epsilon=15; Sigma = 0.001 См/м	5. Сухая почва Epsilon=7; Sigma = 0.0003 См/м	6. Очень сухая почва Epsilon=3; Sigma = 0.0001 См/м
0.1	1.00	1.00	0.98	0.95	0.88	0.76
0.2	1.00	0.99	0.98	0.93	0.82	0.67
0.3	1.00	0.99	0.97	0.91	0.78	0.61
0.4	1.00	0.99	0.96	0.89	0.75	0.56
0.5	1.00	0.99	0.96	0.88	0.72	0.51
0.6	1.00	0.99	0.95	0.86	0.69	0.48
0.7	1.00	0.98	0.95	0.85	0.67	0.45
0.8	1.00	0.98	0.94	0.84	0.65	0.42
0.9	0.99	0.98	0.94	0.83	0.63	0.40
1	0.99	0.98	0.93	0.82	0.61	0.38
2	0.99	0.97	0.89	0.73	0.47	0.24
3	0.98	0.95	0.86	0.66	0.38	0.17
4	0.98	0.94	0.83	0.61	0.31	0.13
5	0.98	0.93	0.80	0.56	0.26	0.10
6	0.97	0.92	0.77	0.51	0.23	0.09
7	0.97	0.91	0.75	0.48	0.20	0.07
8	0.97	0.90	0.73	0.44	0.17	0.06
9	0.96	0.89	0.70	0.41	0.15	0.06
10	0.96	0.88	0.68	0.39	0.14	0.05
20	0.92	0.79	0.51	0.22	0.06	0.02
30	0.89	0.71	0.39	0.14	0.04	0.01
40	0.86	0.64	0.31	0.09	0.03	0.01
50	0.82	0.57	0.24	0.07	0.02	0.01

Таблица Г2.

Зависимость границы применимости коэффициента  $\sigma A_{eff}$  от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных подстилающих поверхностей наземного участка трассы при морском участке трассы в виде морской воды низкой/средней солёности с  $\varepsilon = 80/70$  и  $\sigma = 1/5$  См/м при толщине льда до 3 м на частоте  $f = 518$  кГц

$d_1$ , км	1. Суша (1) Epsilon=40; Sigma = 0.03 См/м	2. Влажная почва Epsilon=30; Sigma = 0.01 См/м	3. Суша (2) Epsilon=22; Sigma = 0.003 См/м	4. Средне сухая почва Epsilon=15; Sigma = 0.001 См/м	5. Сухая почва Epsilon=7; Sigma = 0.0003 См/м	6. Очень сухая почва Epsilon=3; Sigma = 0.0001 См/м
0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5
0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	1.0
0.3	0.2	0.2	0.2	0.4	0.9	1.5
0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	1.4	2.1
0.5	0.3	0.3	0.3	0.6	1.9	2.6
0.6	0.4	0.4	0.4	0.7	2.5	3.2
0.7	0.4	0.4	0.4	0.9	3.1	3.7
0.8	0.5	0.5	0.5	1.2	3.7	4.2
0.9	0.5	0.5	0.5	1.3	3.8	4.2
1.0	0.5	0.5	0.5	1.7	4.3	4.7
2.0	1.1	1.1	1.2	7.4	9.8	9.6
3.0	1.6	1.6	2.2	13.1	14.5	13.8
4.0	2.2	2.2	4.0	19.2	18.8	17.8
5.0	2.7	2.7	7.5	24.3	22.7	21.8
6.0	3.2	3.2	12.9	28.6	26.3	25.3
7.0	3.8	3.8	19.8	32.3	29.6	28.6
8.0	4.3	4.3	26.9	35.6	32.7	31.7
9.0	4.9	4.9	33.2	38.4	35.6	34.6
10.0	5.4	5.4	37.6	40.9	38.1	37.2
20.0	10.8	10.8	75.7	67.6	63.2	61.8
30.0	16.2	24.7	96.0	85.5	82.0	81.0
40.0	21.6	47.2	111.3	98.6	95.5	94.7
50.0	27.0	74.0	124.5	109.8	106.7	106.2

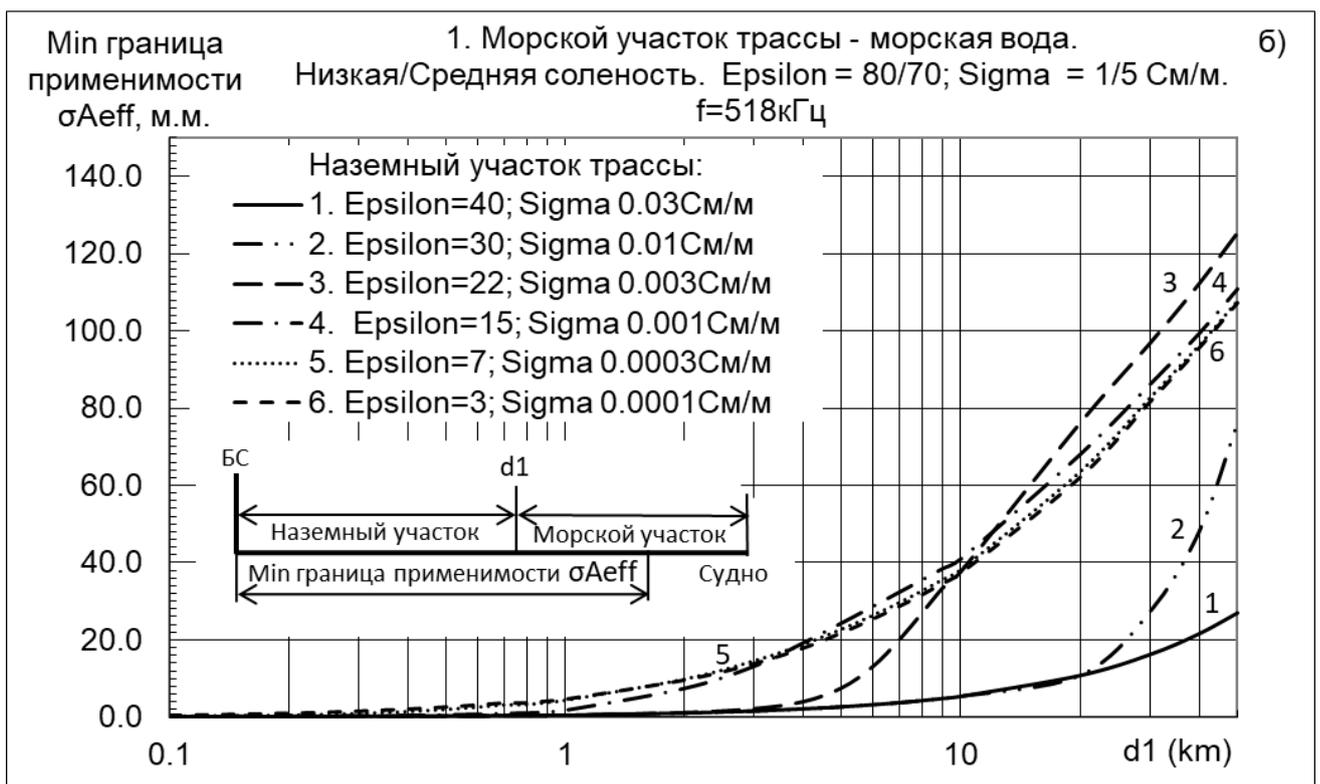


Рисунок Г1 – Зависимость коэффициента  $\sigma_{Aeff}$  (а) и границы применимости коэффициента  $\sigma_{Aeff}$  (б) от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде морской воды низкой/средней солености с  $\varepsilon = 80/70$  и  $\sigma = 1/5$  См/м (при толщине льда до 3 м) на частоте  $f = 518$  кГц

Таблица Г3.

Зависимость коэффициента  $\sigma A_{eff}$  от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде пресной воды с  $\varepsilon = 80$  и  $\sigma = 0,003$  См/м на частоте  $f = 518$  кГц

$d_1$ , км	1. Суша (1) Epsilon=40; Sigma = 0.03 См/м	2. Влажная почва Epsilon=30; Sigma = 0.01 См/м	3. Суша (2) Epsilon=22; Sigma = 0.003 См/м	4. Средне сухая почва Epsilon=15; Sigma = 0.001 См/м	5. Сухая почва Epsilon=7; Sigma = 0.0003 См/м	6. Очень сухая почва Epsilon=3; Sigma = 0.0001 См/м
0.1	1.04	1.03	1.02	0.99	0.91	0.79
0.2	1.05	1.05	1.03	0.98	0.87	0.71
0.3	1.07	1.06	1.04	0.97	0.84	0.65
0.4	1.08	1.07	1.04	0.97	0.81	0.60
0.5	1.09	1.08	1.05	0.96	0.79	0.56
0.6	1.10	1.09	1.05	0.96	0.77	0.53
0.7	1.11	1.10	1.06	0.95	0.75	0.50
0.8	1.12	1.11	1.06	0.95	0.73	0.47
0.9	1.13	1.11	1.06	0.94	0.71	0.45
1	1.14	1.12	1.07	0.94	0.70	0.43
2	1.21	1.18	1.09	0.89	0.57	0.29
3	1.27	1.23	1.11	0.85	0.49	0.22
4	1.32	1.27	1.12	0.82	0.42	0.18
5	1.38	1.31	1.13	0.78	0.37	0.15
6	1.43	1.35	1.14	0.75	0.33	0.13
7	1.48	1.39	1.15	0.73	0.30	0.11
8	1.53	1.42	1.15	0.70	0.28	0.10
9	1.58	1.46	1.15	0.68	0.25	0.09
10	1.63	1.49	1.16	0.65	0.23	0.08
20	2.11	1.80	1.17	0.49	0.14	0.05
30	2.61	2.07	1.15	0.40	0.11	0.04
40	3.14	2.34	1.13	0.34	0.10	0.04
50	3.73	2.59	1.09	0.31	0.09	0.03

Таблица Г4.

Зависимость границы применимости коэффициента  $\sigma A_{eff}$  от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде пресной воды с  $\varepsilon = 80$  и  $\sigma = 0,003$  См/м на частоте  $f = 518$  кГц

$d_1$ , км	1. Суша (1) Epsilon=40; Sigma = 0.03 См/м	2. Влажная почва Epsilon=30; Sigma = 0.01 См/м	3. Суша (2) Epsilon=22; Sigma = 0.003 См/м	4. Средне сухая почва Epsilon=15; Sigma = 0.001 См/м	5. Сухая почва Epsilon=7; Sigma = 0.0003 См/м	6. Очень сухая почва Epsilon=3; Sigma = 0.0001 См/м
0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5
0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	1.0
0.3	0.2	0.2	0.2	0.4	0.9	1.6
0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	1.5	2.1
0.5	0.3	0.3	0.3	0.6	2.0	2.6
0.6	0.3	0.3	0.4	0.8	2.6	3.2
0.7	0.4	0.4	0.4	1.0	3.2	3.7
0.8	0.4	0.4	0.4	1.1	3.3	3.7
0.9	0.5	0.5	0.5	1.4	3.8	4.2
1.0	0.5	0.5	0.5	1.8	4.4	4.7
2.0	1.1	1.1	1.2	7.4	9.8	9.6
3.0	1.6	1.6	2.2	13.2	14.6	13.9
4.0	2.2	2.2	4.0	19.3	18.9	17.9
5.0	2.7	2.7	7.6	24.4	22.8	21.9
6.0	3.2	3.2	13.2	28.7	26.4	25.5
7.0	3.8	3.8	20.1	32.4	29.7	28.7
8.0	4.3	4.3	27.2	35.6	32.8	31.8
9.0	4.9	4.9	33.5	38.5	35.7	34.7
10.0	5.4	5.4	37.7	41.0	38.2	37.3
20.0	10.8	10.8	76.1	68.0	63.5	62.1
30.0	16.2	27.2	96.7	86.1	82.6	81.6
40.0	21.6	48.0	112.2	99.3	96.3	95.6
50.0	27.0	76.2	125.4	110.9	107.8	107.3

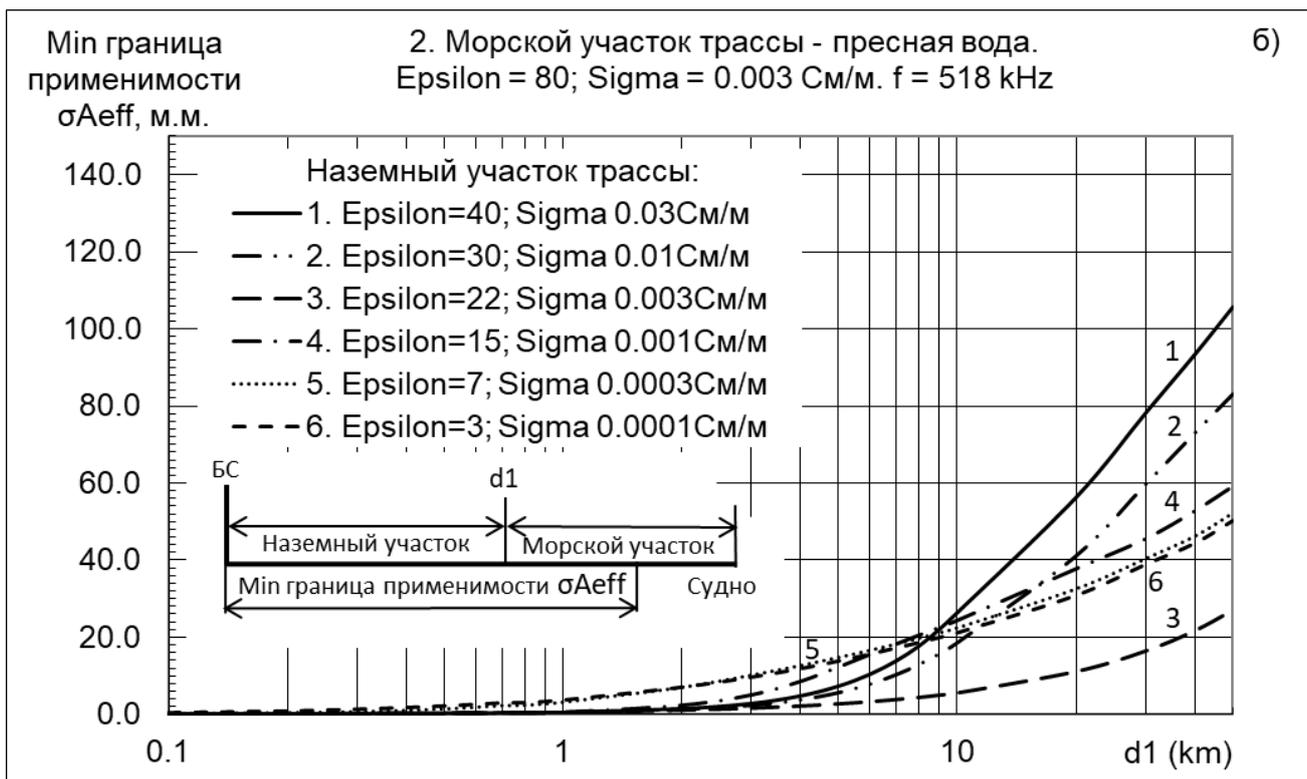


Рисунок Г2 – Зависимость коэффициента  $\sigma A_{eff}$  (а) и границы применимости коэффициента  $\sigma A_{eff}$  (б) от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде пресной воды с  $\varepsilon = 80$  и  $\sigma = 0,003$  СМ/м на частоте  $f = 518$  кГц

Таблица Г5.

Зависимость коэффициента  $\sigma A_{eff}$  от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде пресноводного льда (-1/-10град С) с  $\varepsilon = 3$  и  $\sigma = 0,00003/0.00001$  См/м на частоте  $f = 518$  кГц

$d_1$ , км	1. Суша (1) Epsilon=40; Sigma = 0.03 См/м	2. Влажная почва Epsilon=30; Sigma = 0.01 См/м	3. Суша (2) Epsilon=22; Sigma = 0.003 См/м	4. Средне сухая почва Epsilon=15; Sigma = 0.001 См/м	5. Сухая почва Epsilon=7; Sigma = 0.0003 См/м	6. Очень сухая почва Epsilon=3; Sigma = 0.0001 См/м
0.1	1.49	1.49	1.47	1.42	1.31	1.13
0.2	1.76	1.75	1.72	1.64	1.46	1.18
0.3	2.00	1.99	1.94	1.82	1.57	1.22
0.4	2.23	2.21	2.15	1.99	1.68	1.24
0.5	2.45	2.43	2.36	2.16	1.77	1.26
0.6	2.66	2.64	2.55	2.31	1.86	1.28
0.7	2.87	2.84	2.74	2.46	1.94	1.29
0.8	3.09	3.05	2.92	2.61	2.01	1.31
0.9	3.30	3.25	3.11	2.75	2.08	1.31
1	3.50	3.46	3.29	2.88	2.15	1.32
2	5.63	5.49	5.09	4.15	2.66	1.36
3	7.81	7.57	6.83	5.25	3.00	1.35
4	10.07	9.67	8.52	6.21	3.21	1.34
5	12.39	11.80	10.14	7.05	3.35	1.32
6	14.72	13.93	11.72	7.77	3.44	1.30
7	17.10	16.03	13.24	8.39	3.49	1.29
8	19.50	18.16	14.66	8.94	3.51	1.28
9	21.88	20.23	16.03	9.39	3.52	1.27
10	24.32	22.28	17.34	9.78	3.51	1.26
20	49.43	42.07	27.42	11.53	3.35	1.22
30	75.68	60.12	33.42	11.56	3.23	1.20
40	103.04	76.56	36.90	11.22	3.17	1.20
50	132.43	91.83	38.90	10.91	3.14	1.19

Таблица Г6.

Зависимость границы применимости коэффициента  $\sigma A_{eff}$  от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде пресноводного льда (-1/-10град С) с  $\varepsilon = 3$  и  $\sigma = 0,00003/0,00001$  См/м на частоте  $f = 518$  кГц

$d_1$ , км	1. Суша (1) Epsilon=40; Sigma = 0.03 См/м	2. Влажная почва Epsilon=30; Sigma = 0.01 См/м	3. Суша (2) Epsilon=22; Sigma = 0.003 См/м	4. Средне сухая почва Epsilon=15; Sigma = 0.001 См/м	5. Сухая почва Epsilon=7; Sigma = 0.0003 См/м	6. Очень сухая почва Epsilon=3; Sigma = 0.0001 См/м
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4
0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.9
0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.7	1.3
0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	1.0	1.8
0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	1.4	2.2
0.6	0.3	0.3	0.3	0.4	1.8	2.6
0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	2.3	3.0
0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	2.3	3.0
0.9	0.5	0.5	0.4	0.5	2.8	3.4
1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	3.2	3.7
2.0	1.5	1.3	1.1	2.4	7.0	7.0
3.0	2.8	2.3	1.6	5.0	10.2	9.7
4.0	4.8	3.8	2.2	8.6	12.7	11.9
5.0	7.3	5.6	2.7	12.3	14.8	13.8
6.0	10.4	7.8	3.3	15.6	16.6	15.6
7.0	13.9	10.3	3.9	18.3	18.3	17.2
8.0	17.7	12.9	4.4	20.6	19.8	18.6
9.0	22.1	15.7	5.0	22.6	21.1	19.9
10.0	26.4	18.6	5.6	24.4	22.4	21.2
20.0	56.3	41.1	11.1	37.8	32.6	30.9
30.0	78.1	59.6	16.4	45.5	40.4	38.9
40.0	93.3	72.9	21.7	52.7	46.2	44.4
50.0	105.7	83.1	27.1	59.2	52.2	50.3

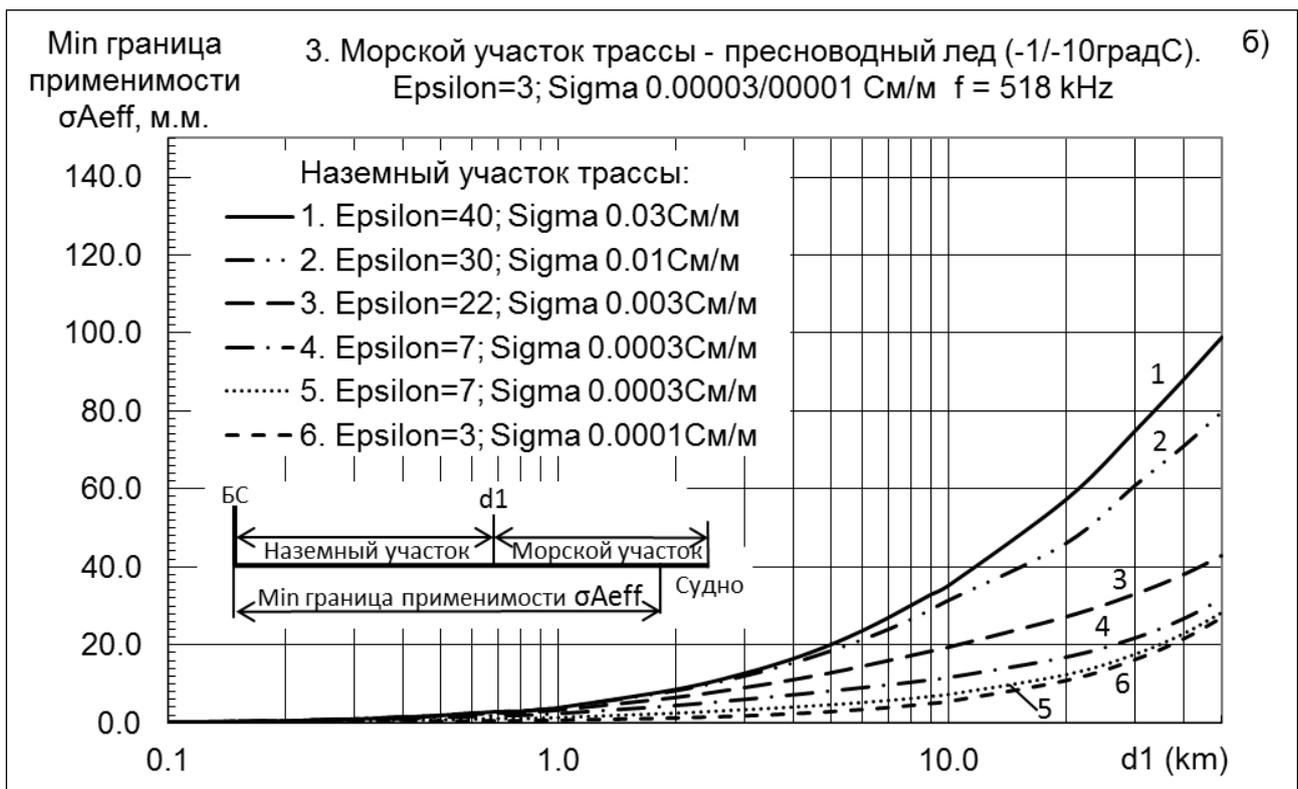
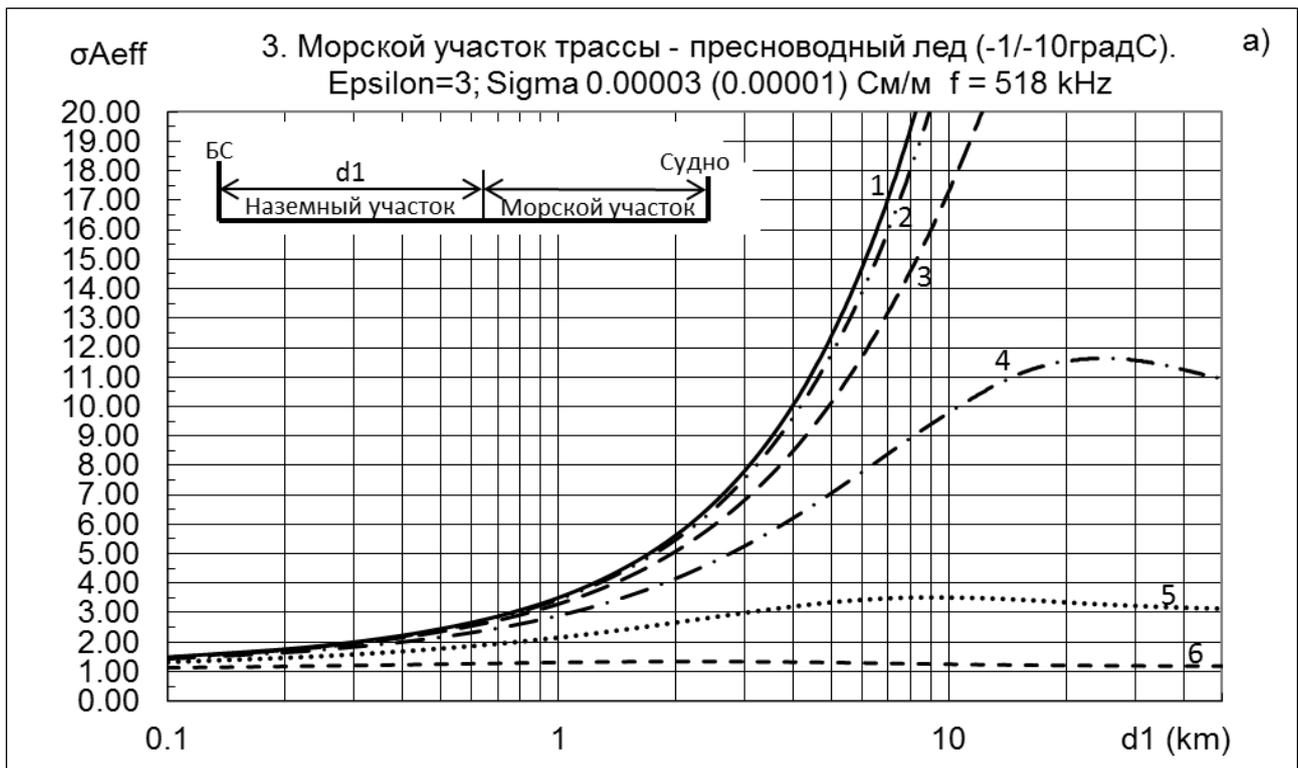


Рисунок Г3 – Зависимость коэффициента  $\sigma A_{eff}$  (а) и границы применимости коэффициента  $\sigma A_{eff}$  (б) от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде пресноводного льда (-1/-10градС) с  $\epsilon = 3$  и  $\sigma = 0,00003/0,00001$  См/м на частоте  $f = 518$  кГц

Таблица Г7.

Зависимость коэффициента  $\sigma A_{eff}$  от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде морской воды низкой/средней солености с  $\varepsilon = 80/70$  и  $\sigma = 1/5$  См/м (при толщине льда до 3 м) на частоте  $f = 2182$  кГц

$d_1$ , км	1. Суша (1) Epsilon=40; Sigma = 0.03 См/м	2. Влажная почва Epsilon=30; Sigma = 0.01 См/м	3. Суша (2) Epsilon=22; Sigma = 0.003 См/м	4. Средне сухая почва Epsilon=15; Sigma = 0.001 См/м	5. Сухая почва Epsilon=7; Sigma = 0.0003 См/м	6. Очень сухая почва Epsilon=3; Sigma = 0.0001 См/м
0.1	0.982	0.940	0.827	0.704	0.564	0.433
0.2	0.972	0.910	0.756	0.603	0.442	0.310
0.3	0.963	0.886	0.704	0.534	0.368	0.242
0.4	0.955	0.865	0.660	0.481	0.315	0.199
0.5	0.948	0.846	0.623	0.439	0.276	0.168
0.6	0.941	0.827	0.591	0.403	0.245	0.145
0.7	0.934	0.810	0.562	0.374	0.220	0.128
0.8	0.927	0.795	0.536	0.348	0.200	0.114
0.9	0.922	0.781	0.513	0.326	0.183	0.103
1	0.915	0.766	0.491	0.306	0.168	0.093
2	0.861	0.649	0.342	0.187	0.091	0.048
3	0.812	0.560	0.257	0.131	0.061	0.032
4	0.769	0.489	0.202	0.100	0.046	0.024
5	0.729	0.431	0.164	0.080	0.036	0.019
6	0.693	0.383	0.137	0.066	0.030	0.016
7	0.658	0.342	0.116	0.056	0.026	0.013
8	0.627	0.307	0.101	0.049	0.022	0.012
9	0.597	0.277	0.088	0.043	0.019	0.010
10	0.570	0.250	0.078	0.038	0.017	0.009
20	0.364	0.112	0.034	0.017	0.008	0.004
30	0.241	0.064	0.021	0.010	0.005	0.003
40	0.168	0.042	0.014	0.007	0.003	0.002
50	0.122	0.030	0.010	0.005	0.002	0.001

Таблица Г8.

Зависимость границы применимости коэффициента  $\sigma A_{eff}$  от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде морской воды низкой/средней солености с  $\varepsilon = 80/70$  и  $\sigma = 1/5$  См/м на частоте  $f = 2182$  кГц

$d_1$ , км	1. Суша (1) Epsilon=40; Sigma = 0.03 См/м	2. Влажная почва Epsilon=30; Sigma = 0.01 См/м	3. Суша (2) Epsilon=22; Sigma = 0.003 См/м	4. Средне сухая почва Epsilon=15; Sigma = 0.001 См/м	5. Сухая почва Epsilon=7; Sigma = 0.0003 См/м	6. Очень сухая почва Epsilon=3; Sigma = 0.0001 См/м
0.1	0.14	0.20	0.38	0.50	0.63	0.67
0.2	0.19	0.31	0.81	1.04	1.17	1.19
0.3	0.23	0.47	1.34	1.56	1.67	1.68
0.4	0.27	0.71	1.90	2.07	2.15	2.16
0.5	0.31	1.09	2.45	2.56	2.63	2.63
0.6	0.37	1.59	2.99	3.04	3.09	3.09
0.7	0.42	2.17	3.52	3.53	3.56	3.55
0.8	0.42	2.33	3.56	3.54	3.56	3.55
0.9	0.48	2.95	4.06	4.01	4.02	4.00
1	0.55	3.57	4.54	4.46	4.45	4.43
2	2.65	9.67	9.46	9.13	9.02	8.97
3	6.99	14.86	13.59	13.11	12.96	12.92
4	12.86	19.00	17.15	16.64	16.49	16.45
5	19.47	22.33	20.26	19.74	19.63	19.58
6	25.83	25.36	23.02	22.45	22.31	22.23
7	30.89	28.33	25.73	25.08	24.84	24.75
8	35.45	31.21	28.57	27.92	27.60	27.54
9	39.07	33.92	31.42	30.82	30.51	30.48
10	42.11	36.36	34.13	33.62	33.38	33.35
20	64.65	56.18	53.93	53.22	53.36	53.19
30	79.83	72.16	69.81	68.94	68.53	68.86
40	90.57	83.60	81.44	80.73	80.48	80.64
50	99.35	92.71	90.66	90.06	89.96	89.96



Рисунок Г4 – Зависимость коэффициента  $\sigma A_{eff}$  (а) и границы применимости коэффициента  $\sigma A_{eff}$  (б) от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде морской воды низкой/средней солености с  $\varepsilon = 80/70$  и  $\sigma = 1/5$  См/м на частоте  $f = 2182$  кГц

Таблица Г9.

Зависимость коэффициента  $\sigma A_{eff}$  от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде пресной воды с  $\varepsilon = 80$  и  $\sigma = 0,003$  См/м на частоте  $f = 2182$  кГц

$d_1$ , км	1. Суша (1) Epsilon=40; Sigma = 0.03 См/м	2. Влажная почва Epsilon=30; Sigma = 0.01 См/м	3. Суша (2) Epsilon=22; Sigma = 0.003 См/м	4. Средне сухая почва Epsilon=15; Sigma = 0.001 См/м	5. Сухая почва Epsilon=7; Sigma = 0.0003 См/м	6. Очень сухая почва Epsilon=3; Sigma = 0.0001 См/м
0.1	1.172	1.121	0.987	0.840	0.673	0.517
0.2	1.251	1.171	0.973	0.776	0.569	0.399
0.3	1.313	1.208	0.960	0.728	0.501	0.330
0.4	1.369	1.239	0.946	0.690	0.451	0.285
0.5	1.420	1.267	0.934	0.658	0.413	0.252
0.6	1.467	1.289	0.921	0.629	0.382	0.226
0.7	1.510	1.310	0.909	0.605	0.356	0.206
0.8	1.552	1.331	0.898	0.583	0.334	0.191
0.9	1.594	1.350	0.887	0.564	0.316	0.177
1	1.631	1.365	0.875	0.545	0.299	0.166
2	1.968	1.483	0.782	0.427	0.208	0.110
3	2.248	1.551	0.712	0.363	0.170	0.089
4	2.500	1.590	0.657	0.324	0.149	0.077
5	2.727	1.612	0.614	0.298	0.136	0.071
6	2.934	1.621	0.580	0.279	0.127	0.066
7	3.123	1.621	0.553	0.266	0.121	0.063
8	3.298	1.615	0.531	0.256	0.116	0.061
9	3.459	1.602	0.512	0.247	0.113	0.059
10	3.607	1.585	0.496	0.241	0.110	0.057
20	4.524	1.394	0.427	0.215	0.099	0.052
30	4.795	1.266	0.407	0.208	0.096	0.050
40	4.777	1.195	0.398	0.204	0.094	0.049
50	4.662	1.154	0.392	0.202	0.093	0.049

Таблица Г10.

Зависимость границы применимости коэффициента  $\sigma A_{eff}$  от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде пресной воды с  $\varepsilon = 80$  и  $\sigma = 0,003$  См/м на частоте  $f = 2182$  кГц

$d_1$ , км	1. Суша (1) Epsilon=40; Sigma = 0.03 См/м	2. Влажная почва Epsilon=30; Sigma = 0.01 См/м	3. Суша (2) Epsilon=22; Sigma = 0.003 См/м	4. Средне сухая почва Epsilon=15; Sigma = 0.001 См/м	5. Сухая почва Epsilon=7; Sigma = 0.0003 См/м	6. Очень сухая почва Epsilon=3; Sigma = 0.0001 См/м
0.1	0.09	0.09	0.20	0.36	0.47	0.52
0.2	0.14	0.13	0.29	0.60	0.77	0.84
0.3	0.25	0.19	0.41	0.86	1.04	1.11
0.4	0.43	0.26	0.55	1.09	1.28	1.34
0.5	0.62	0.33	0.72	1.31	1.50	1.54
0.6	0.84	0.42	0.92	1.52	1.69	1.73
0.7	1.08	0.50	1.13	1.72	1.88	1.92
0.8	1.12	0.51	1.16	1.71	1.85	1.88
0.9	1.35	0.60	1.37	1.89	2.03	2.05
1	1.58	0.68	1.58	2.06	2.20	2.21
2	3.91	1.55	3.53	3.73	3.78	3.76
3	5.90	2.29	5.17	5.01	4.96	4.93
4	7.53	2.95	6.48	6.06	5.95	5.91
5	8.84	3.53	7.59	6.98	6.83	6.78
6	9.92	4.08	8.54	7.81	7.63	7.58
7	10.87	4.59	9.39	8.57	8.37	8.30
8	11.72	5.08	10.18	9.27	9.06	8.97
9	12.51	5.57	10.92	9.94	9.70	9.60
10	13.25	6.06	11.64	10.59	10.32	10.21
20	19.03	11.04	18.07	16.59	16.14	15.98
30	23.88	16.31	23.84	22.08	21.65	21.44
40	28.57	21.65	29.40	27.48	26.95	26.78
50	33.26	27.05	34.94	32.94	32.34	32.13



Рисунок Г5 – Зависимость коэффициента  $\sigma A_{eff}$  (а) и границы применимости коэффициента  $\sigma A_{eff}$  (б) от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде пресной воды с  $\varepsilon = 80$  и  $\sigma = 0,003$  См/м на частоте  $f = 2182$  кГц

Таблица Г11.

Зависимость коэффициента  $\sigma A_{eff}$  от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде пресноводного льда (-1/-10град С) с  $\varepsilon = 3$  и  $\sigma = 0,00003/0.00001$  См/м на частоте  $f = 2182$  кГц

$d_1$ , км	1. Суша (1) Epsilon=40; Sigma = 0.03 См/м	2. Влажная почва Epsilon=30; Sigma = 0.01 См/м	3. Суша (2) Epsilon=22; Sigma = 0.003 См/м	4. Средне сухая почва Epsilon=15; Sigma = 0.001 См/м	5. Сухая почва Epsilon=7; Sigma = 0.0003 См/м	6. Очень сухая почва Epsilon=3; Sigma = 0.0001 См/м
0.1	2.327	2.227	1.960	1.668	1.336	1.026
0.2	3.231	3.026	2.514	2.004	1.470	1.030
0.3	4.092	3.765	2.991	2.269	1.562	1.029
0.4	4.943	4.476	3.414	2.491	1.630	1.027
0.5	5.794	5.169	3.809	2.684	1.686	1.026
0.6	6.639	5.833	4.167	2.846	1.727	1.024
0.7	7.475	6.485	4.502	2.994	1.761	1.022
0.8	8.312	7.129	4.807	3.121	1.790	1.020
0.9	9.156	7.754	5.098	3.238	1.815	1.019
1	10.000	8.375	5.369	3.345	1.836	1.019
2	18.072	13.614	7.188	3.922	1.916	1.010
3	25.527	17.620	8.085	4.127	1.932	1.005
4	32.434	20.606	8.519	4.204	1.932	1.004
5	38.637	22.856	8.712	4.225	1.930	1.003
6	44.361	24.491	8.764	4.226	1.925	1.001
7	49.659	25.763	8.778	4.222	1.923	1.001
8	54.450	26.669	8.752	4.218	1.921	1.001
9	58.749	27.227	8.694	4.204	1.919	0.999
10	62.806	27.606	8.638	4.196	1.917	0.998
20	87.297	26.915	8.251	4.148	1.910	0.998
30	95.499	25.235	8.113	4.134	1.910	0.997
40	97.051	24.266	8.069	4.139	1.910	0.996
50	95.940	23.768	8.063	4.150	1.914	0.998

Таблица Г12.

Зависимость границы применимости коэффициента  $\sigma A_{eff}$  от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде пресноводного льда (-1/-10град С) с  $\varepsilon = 3$  и  $\sigma = 0,00003/0.00001$  См/м на частоте  $f = 2182$  кГц

$d_1$ , км	1. Суша (1) Epsilon=40; Sigma = 0.03 См/м	2. Влажная почва Epsilon=30; Sigma = 0.01 См/м	3. Суша (2) Epsilon=22; Sigma = 0.003 См/м	4. Средне сухая почва Epsilon=15; Sigma = 0.001 См/м	5. Сухая почва Epsilon=7; Sigma = 0.0003 См/м	6. Очень сухая почва Epsilon=3; Sigma = 0.0001 См/м
0.1	0.25	0.20	0.13	0.07	0.13	0.25
0.2	0.65	0.51	0.33	0.22	0.17	0.30
0.3	1.04	0.80	0.52	0.35	0.24	0.30
0.4	1.41	1.06	0.68	0.48	0.31	0.32
0.5	1.75	1.29	0.82	0.59	0.39	0.36
0.6	2.08	1.49	0.95	0.69	0.46	0.40
0.7	2.39	1.68	1.07	0.78	0.53	0.44
0.8	2.39	1.67	1.06	0.78	0.53	0.44
0.9	2.68	1.84	1.17	0.86	0.59	0.49
1	2.95	2.00	1.27	0.95	0.66	0.53
2	5.57	3.47	2.23	1.76	1.32	1.09
3	7.48	4.50	2.94	2.40	1.91	1.62
4	8.91	5.27	3.52	2.97	2.47	2.16
5	10.03	5.92	4.06	3.51	3.02	2.70
6	10.99	6.51	4.59	4.05	3.56	3.24
7	11.86	7.07	5.10	4.59	4.10	3.78
8	12.67	7.59	5.62	5.13	4.64	4.32
9	13.43	8.09	6.13	5.67	5.18	4.86
10	14.15	8.58	6.66	6.21	5.72	5.40
20	19.82	13.43	11.90	11.56	11.12	10.80
30	24.63	18.50	17.22	16.95	16.52	16.20
40	29.33	23.71	22.62	22.35	21.92	21.60
50	34.07	29.00	27.97	27.75	27.32	27.00

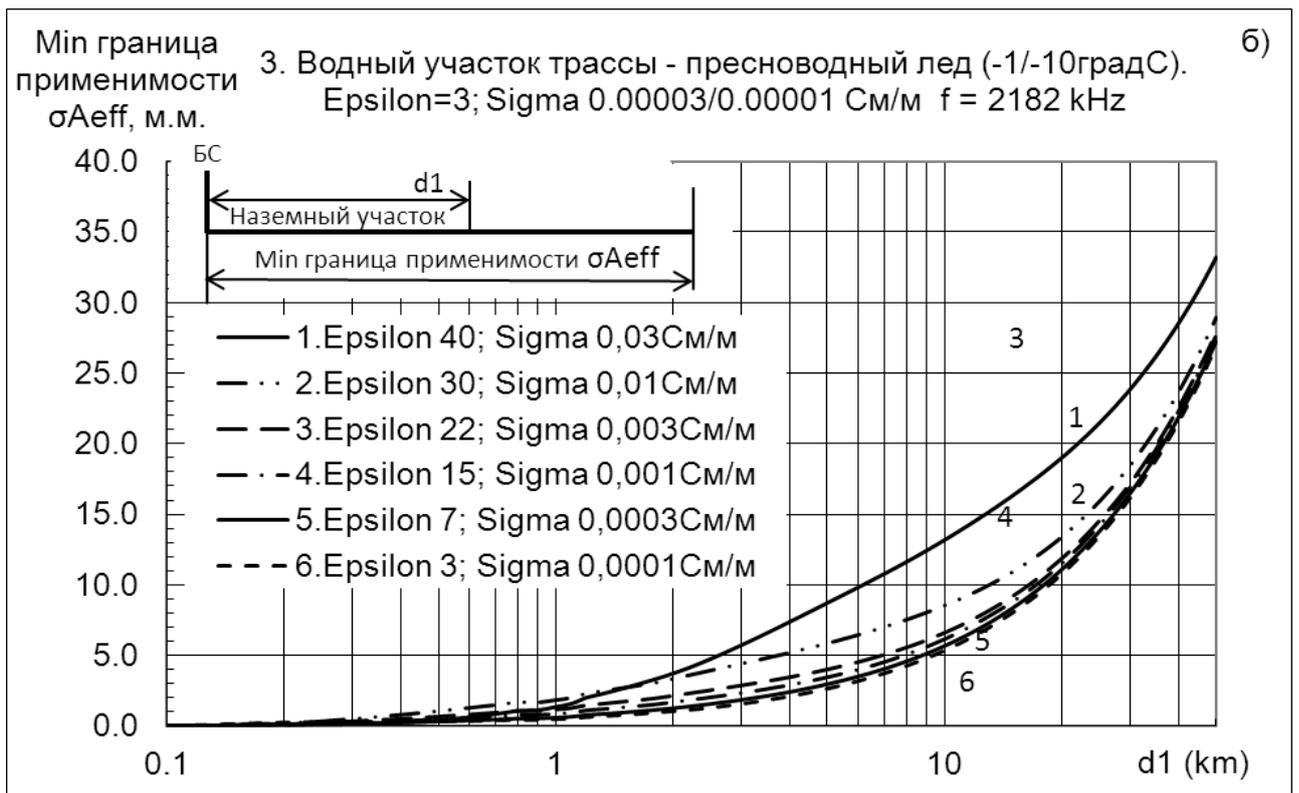
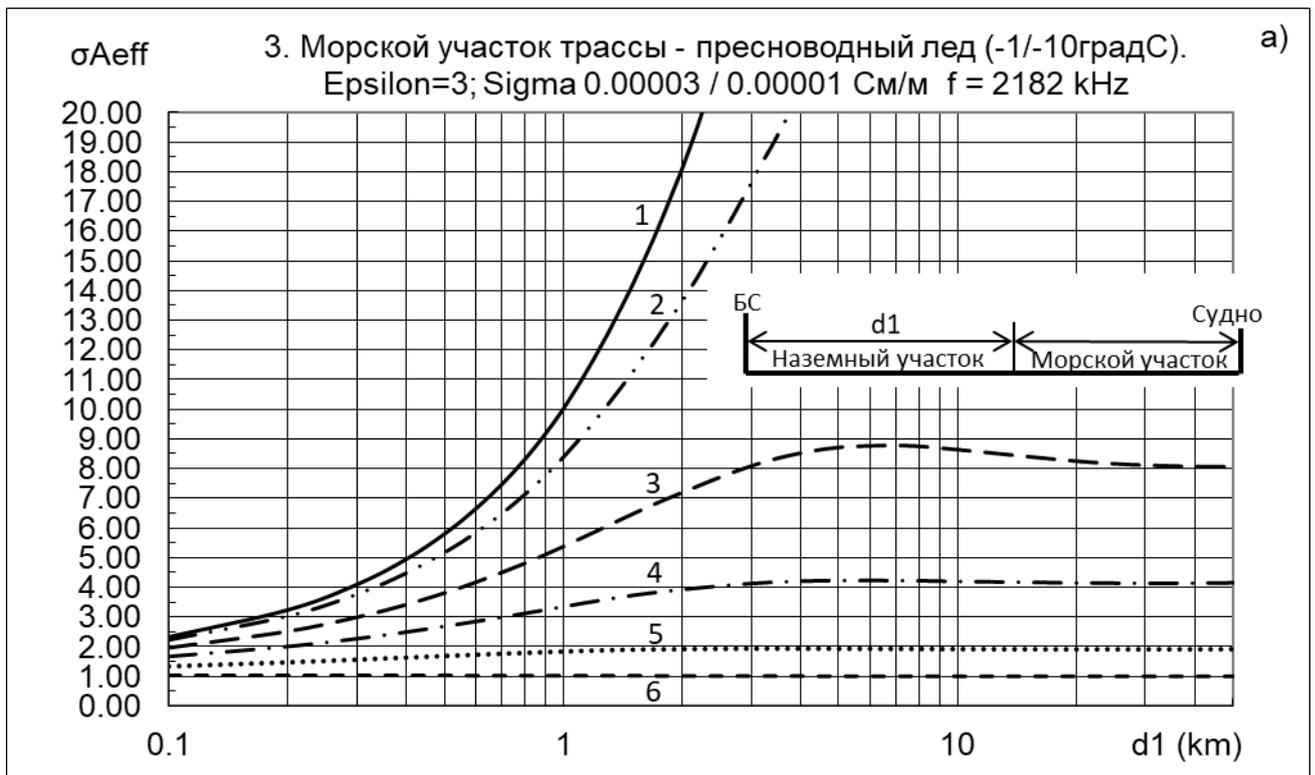


Рисунок Г6 – Зависимость коэффициента  $\sigma A_{eff}$  (а) и границы применимости коэффициента  $\sigma A_{eff}$  (б) от протяженности наземного участка  $d_1$  для различных свойств подстилающей поверхности наземного участка трассы при морском участке трассы в виде пресноводного льда (-1/-10 град С) с  $\epsilon = 3$  и  $\sigma = 0,00003/0,00001$  См/м на частоте  $f = 2182$  кГц

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Граничные значения дальности радиосвязи Тлф «Судно-Берег» в зависимости от мощности излучения со стороны судна**

Таблица Д1.

Граничные значения дальности радиосвязи (м.м.) при различных значениях  $P_{e.m.r.p\ PEP}^{Судно} = P_{Tx\ PEP}^{Судно} \cdot A_{эфф}^{Судно}$ , Вт.

Телефония МР А2 ГМССБ,  $f = 2182,0$  кГц. Направление «Судно-Берег»

Тип подстилающей поверхности	Fa, дБ	$P_{e.m.r.p\ PEP}^{Судно} = P_{Tx\ PEP}^{Судно} \cdot A_{эфф}^{Судно}$ , Вт												
		0,5	0,75	1	1,5	2	3	5	7	10	13	15	20	25
Морская вода, низкая соленость. Eps= 80; Sigma= 1 См/м	55	164.90	178.80	188.80	203.10	213.40	228.10	246.70	259.10	272.40	282.20	287.60	298.40	306.90
	60	127.30	140.20	149.60	163.10	172.90	186.90	205.00	217.10	230.00	239.60	244.80	255.40	263.70
	65	92.93	104.60	113.20	125.60	134.70	147.80	164.90	176.40	188.80	198.00	203.10	213.40	221.50
	70	64.09	73.48	80.65	91.47	99.61	111.60	127.30	138.00	149.60	158.30	163.10	172.90	180.60
	75	41.64	48.82	54.42	62.93	69.44	79.30	92.93	102.60	113.20	121.20	125.60	134.70	141.90
	80	25.57	30.51	34.49	40.76	45.71	53.36	64.09	71.83	80.65	87.55	91.47	99.61	106.20
	85	15.12	18.26	20.83	24.98	28.34	33.73	41.64	47.54	54.42	59.84	62.93	69.44	74.76
	90	8.66	10.57	12.16	14.75	16.87	20.33	25.57	29.62	34.49	38.45	40.76	45.71	49.82
Морская вода, средняя соленость. Eps= 70; Sigma= 5 См/м (Лед толщиной до 3 м)	55	179.80	194.90	205.70	221.20	232.30	248.10	268.20	281.50	295.80	306.30	312.10	323.70	332.80
	60	138.80	152.90	163.20	177.90	188.50	203.70	223.20	236.20	250.10	260.40	266.10	277.50	286.40
	65	101.20	114.00	123.40	137.00	147.00	161.30	179.80	192.30	205.70	215.70	221.20	232.30	241.00
	70	69.00	79.48	87.50	99.58	108.60	121.70	138.80	150.50	163.20	172.60	177.90	188.50	196.90
	75	44.13	52.07	58.26	67.70	74.95	85.99	101.20	111.80	123.40	132.20	137.00	147.00	154.80
	80	26.66	32.01	36.33	43.16	48.61	57.10	69.00	77.62	87.50	95.22	99.58	108.60	115.80
	85	15.55	18.86	21.58	26.03	29.66	35.50	44.13	50.65	58.26	64.27	67.70	74.95	80.91
	90	8.79	10.79	12.45	15.16	17.40	21.05	26.66	31.04	36.33	40.65	43.16	48.61	53.17

Таблица Д1. Продолжение.

Граничные значения дальности радиосвязи (м.м.)

при различных значениях  $P_{e.m.r.p\ PEP}^{Судно} = P_{Tx\ PEP}^{Судно} \cdot A_{эфф}^{Судно}$ , Вт.

Телефония МР А2 ГМССБ,  $f = 2182,0$  кГц. Направление «Судно-Берег»

Тип подстилающей поверхности	Fa, дБ	$P_{e.m.r.p\ PEP}^{Судно} = P_{Tx\ PEP}^{Судно} \cdot A_{эфф}^{Судно}$ , Вт												
		0,5	0,75	1	1,5	2	3	5	7	10	13	15	20	25
Пресная вода. Eps= 80; Sigma= 0.003 См/м	55	22.04	24.30	26.03	28.63	30.60	33.56	37.65	40.55	43.81	46.33	47.76	50.73	53.14
	60	16.68	18.40	19.73	21.76	23.32	25.71	28.98	31.32	33.96	36.03	37.20	39.65	41.64
	65	12.55	13.89	14.91	16.47	17.66	19.48	22.04	23.90	26.03	27.69	28.63	30.60	32.20
	70	9.33	10.38	11.18	12.39	13.32	14.72	16.68	18.10	19.73	21.02	21.76	23.32	24.61
	75	6.89	7.67	8.27	9.20	9.92	11.03	12.55	13.66	14.91	15.90	16.47	17.66	18.64
	80	5.04	5.64	6.10	6.80	7.33	8.16	9.33	10.19	11.18	11.95	12.39	13.32	14.07
	85	3.63	4.08	4.43	4.97	5.39	6.02	6.89	7.53	8.27	8.86	9.20	9.92	10.52
	90	2.57	2.91	3.17	3.58	3.89	4.37	5.04	5.54	6.10	6.54	6.80	7.33	7.78
Пресноводный лед (-1град). Eps= 3; Sigma=0.00003См/м  и (-10град). Eps= 3; Sigma=0.00001См/м	55	5.16	5.70	6.12	6.75	7.24	8.00	9.08	9.88	10.80	11.53	11.95	12.82	13.53
	60	3.87	4.28	4.60	5.09	5.47	6.04	6.84	7.42	8.10	8.65	8.96	9.63	10.19
	65	2.91	3.22	3.46	3.82	4.10	4.54	5.16	5.61	6.12	6.52	6.75	7.24	7.65
	70	2.18	2.41	2.59	2.87	3.08	3.41	3.87	4.21	4.60	4.91	5.09	5.47	5.78
	75	1.63	1.81	1.94	2.15	2.31	2.55	2.91	3.16	3.46	3.69	3.82	4.10	4.34
	80	1.22	1.35	1.45	1.61	1.73	1.92	2.18	2.37	2.59	2.77	2.87	3.08	3.26
	85	0.91	1.01	1.09	1.20	1.29	1.43	1.63	1.78	1.94	2.07	2.15	2.31	2.44
	90	0.68	0.76	0.82	0.90	0.97	1.07	1.22	1.32	1.45	1.55	1.61	1.73	1.83

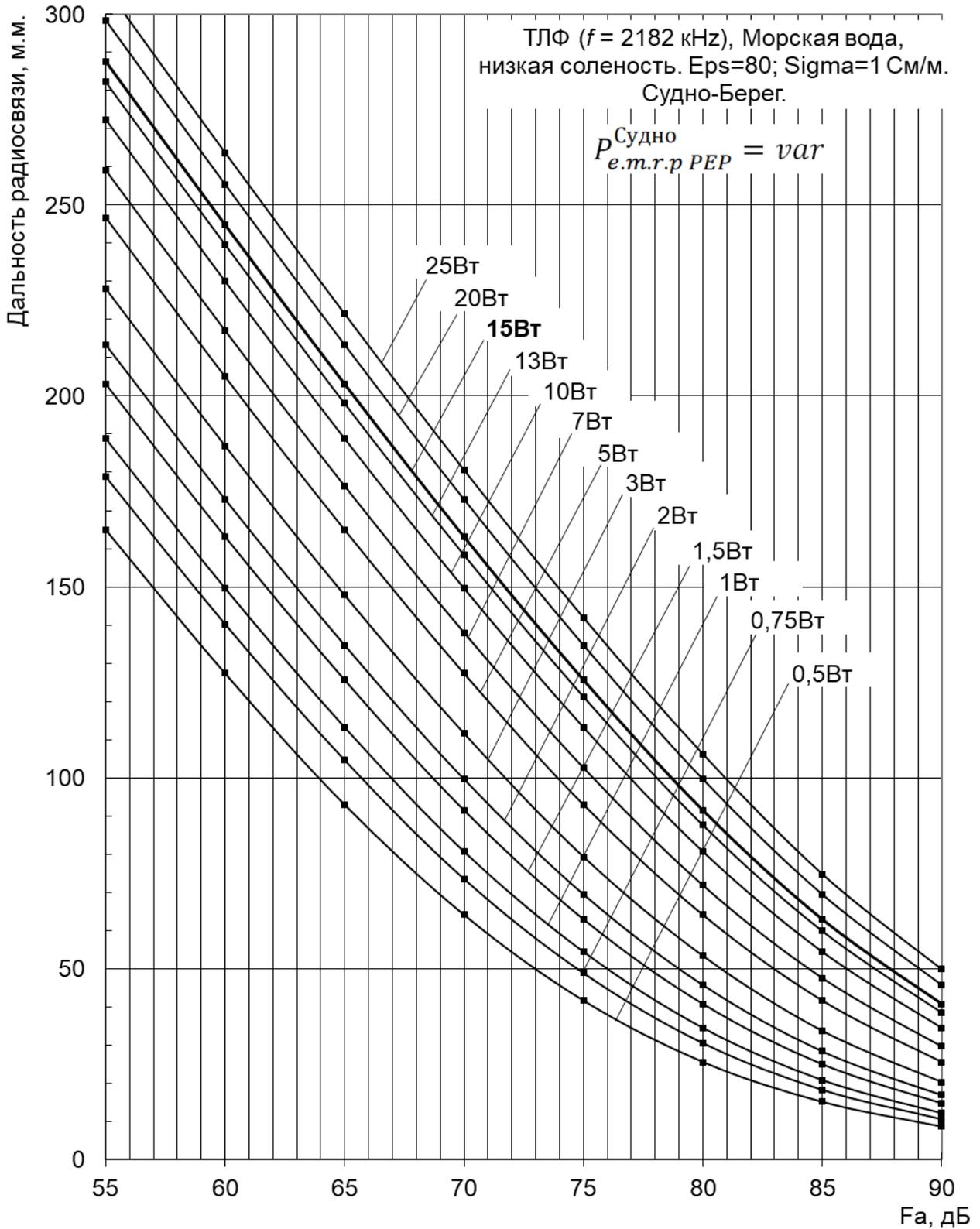


Рисунок Д1 – Зависимость дальности радиосвязи «Судно-Берег» от коэффициента шума Fa в точке приема.

Телефония 2182 кГц.

Морская вода, низкая соленость ( $\epsilon_{ps} = 80$ ;  $\sigma = 1$  См/м)

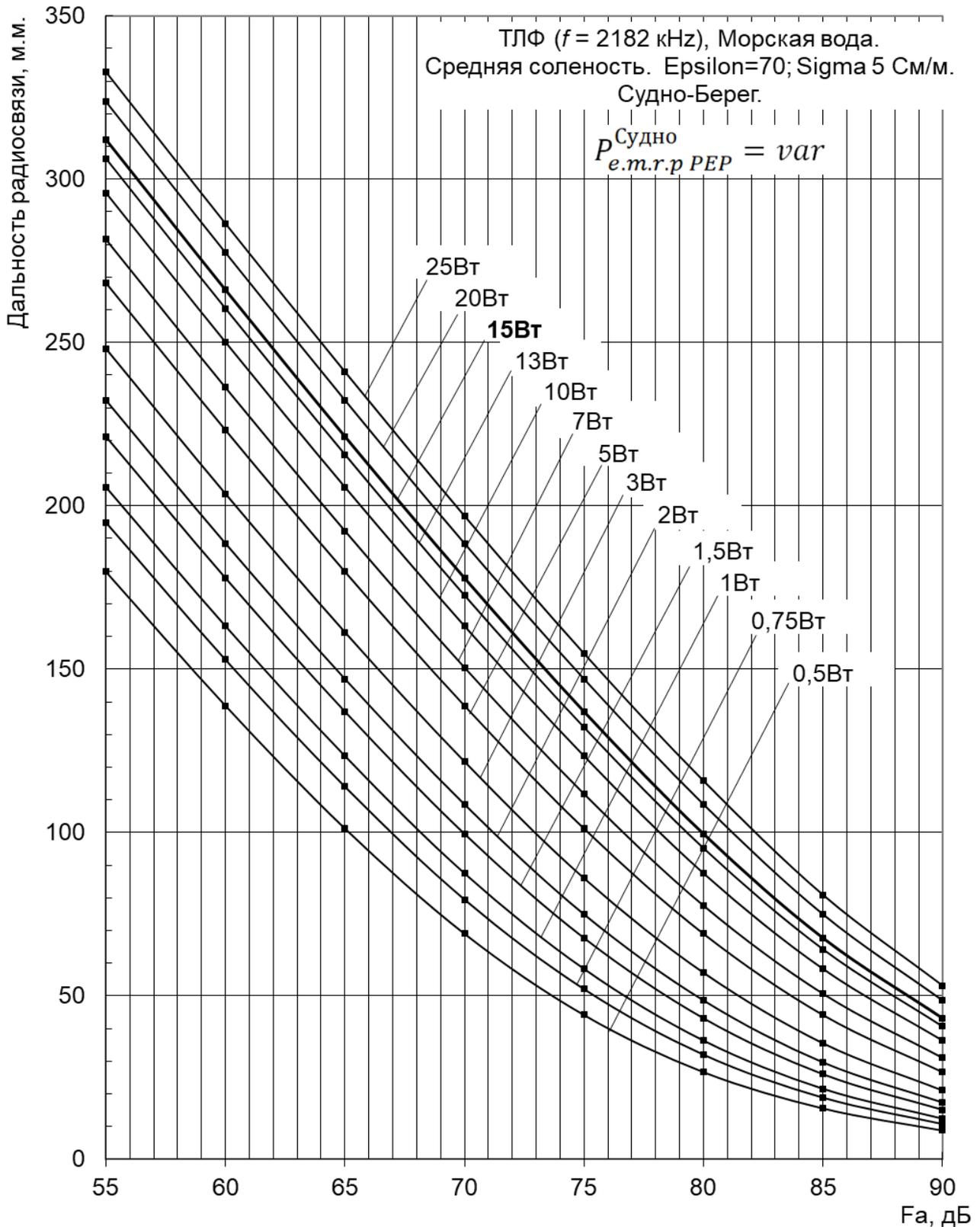


Рисунок Д2 – Зависимость дальности радиосвязи «Судно-Берег» от коэффициента шума  $F_a$  в точке приема.

Телефония 2182 кГц.

Морская вода, средняя соленость ( $\epsilon = 70$ ;  $\sigma = 5$  См/м)

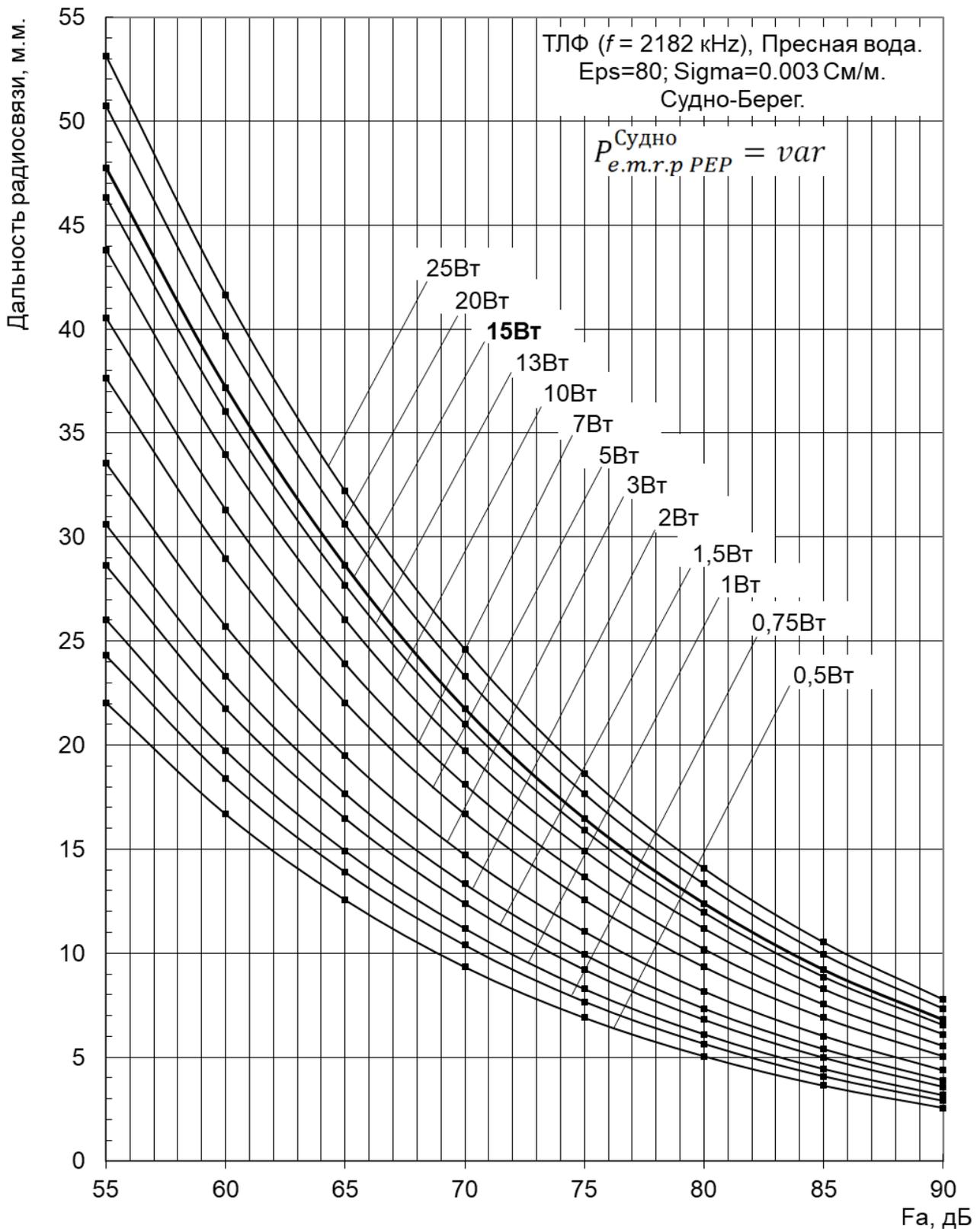


Рисунок Д3 – Зависимость дальности радиосвязи «Судно-Берег» от коэффициента шума  $F_a$  в точке приема.

Телефония 2182 кГц.

Пресная вода ( $\epsilon_{ps} = 80$ ;  $\sigma = 0,003$  См/м)

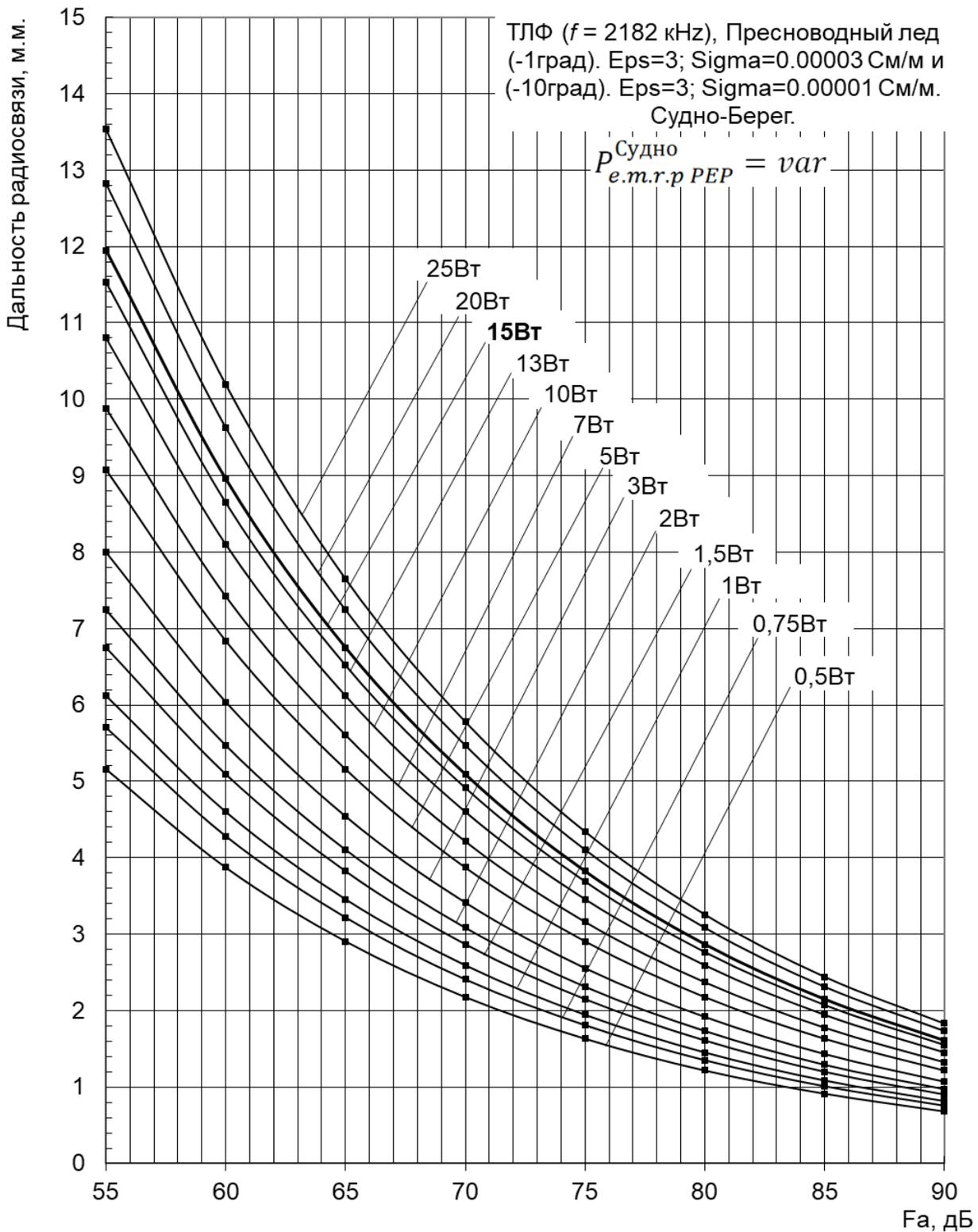


Рисунок Д4 – Зависимость дальности радиосвязи «Судно-Берег» от коэффициента шума  $F_a$  в точке приема. Телефония 2182 кГц. Пресноводный лед (-1град).  $\epsilon = 3$ ;  $\sigma = 0.00003$  См/м и (-10град).  $\epsilon = 3$ ;  $\sigma = 0.00001$  См/м

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Определение требуемой пиковой мощности берегового передатчика телефонии

Данное Приложение представлено на основе [7].

Минимальная пиковая излучаемая мощность береговой станции  $P_{e.m.r.p.}$ , обеспечивающая дальность радиосвязи «Берег-Судно» такую же, как и дальность радиосвязи «Судно-Берег», и, соответственно, обеспечивающая возвращение запроса в ГМСББ на судно в пределах обслуживания с тем же отношением сигнал/шум  $SN$  должна вычисляться с помощью уравнения:

$$P_{e.m.r.p.}(\text{дБ(кВт)}) = (F_a^{\text{Судно}} - F_a^{\text{Берег}}) - 16 + R_{pm}^{\text{Берег}}, \quad (\text{E1})$$

Где  $F_a^{\text{Судно}}$  – коэффициент внешнего шума на судне (дБ);

$F_a^{\text{Берег}}$  – коэффициент внешнего шума в месте расположения приемной антенны береговой станции (дБ);

$R_{pm}^{\text{Берег}}$  – отношение пикового значения к среднему для передатчика береговой станции (дБ). Для берегового передатчика телефонии  $R_{pm}^{\text{Берег}} = 3$  дБ ([7, п.2.5.3.2]). При другом значении  $R_{pm}^{\text{Берег}}$  берегового передатчика следует использовать значение, указанное в его технической документации;

Коэффициент «16» включает в себя константные значения параметров передающего оборудования на стороне судна и требуемый в направлении «Берег-Судно» запас  $\delta_{\text{зап}}$ , которые в отличие изменяемых параметров, входящих в (ЧЧ), являются неизменными:

$$\begin{aligned} P_{Tx PER}^{\text{Судно}} [\text{дБ(кВт)}] + A_{eff}^{\text{Судно}} [\text{дБ}] - R_{pm}^{\text{Судно}} [\text{дБ}] + \delta_{\text{зап}} [\text{дБ}] = \\ = -12,2 - 6 - 8 + 10 = -16,2 \approx -16 \text{ дБ(кВт)} \end{aligned} \quad (\text{E2})$$

Пиковая мощность берегового передатчика при этом определяется уравнением

$$P_{Tx\ PEP}^{Берг} \text{ (дБ(кВт))} = P_{e.m.r.p.} \text{ (дБ(кВт))} + L_a, \quad (E3)$$

где  $L_a$  – коэффициент, учитывающий все потери в антенне береговой станции, обусловленные плохо сконструированной антенной, поглощением заземлением и фидером, подъемом излучения реальной антенны на несколько градусов над землей. Типичное значение  $L_a = 3$  дБ ([7, п. 2.5.3.2]).

Для определения эффективности антенны можно использовать уравнение:

$$A_{eff}^{Берг} = \frac{P_{e.m.r.p.}}{P_{Tx}} \quad (E4)$$

Взаимосвязь между эффективностью антенны  $A_{eff}^{Берг}$  и ее потерями  $L_a$  определяется уравнением:

$$A_{eff}^{Берг} = 10^{(-L_a/10)} \quad (E5)$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Влияние разноса антенны на характеристики работы системы

Данное Приложение представлено на основе [7].

### Ж.1 Оценка уровня поля помех

Допустимый уровень бокового шума, исходящего от передающей антенны, и уровень изоляции соседнего канала, требуемый дежурным приемником, зависят от развязки приемной и передающей антенн, и на рисунке Ж1 приведено значение справочной мощности  $P_{ref}$  (мВт), которая относится к мощности излучения, создающего на приемной антенне сигнал с силой, равной силе сигнала DSC, который нужно защитить, а на рисунке 5 показана эмпирически найденная зависимость между характеристиками передатчика и приемника.

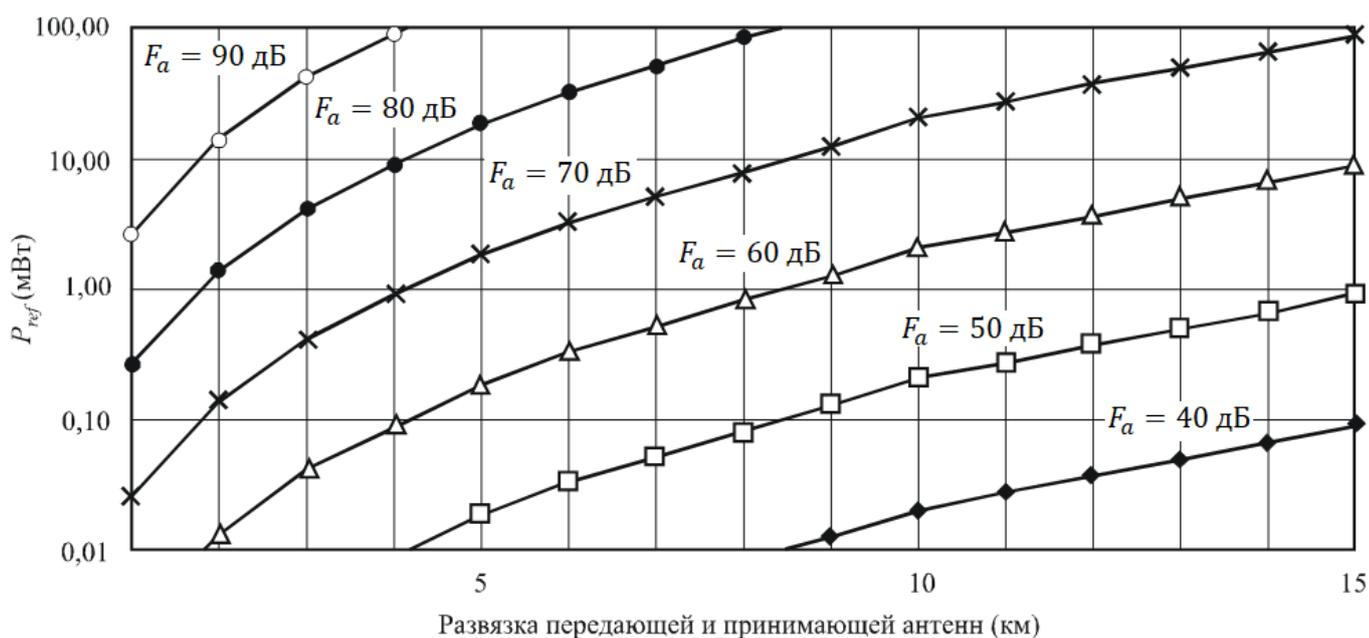


Рисунок Ж1 – Мощность  $T_x$ , дающая сигнал с силой, равной силе защищенного сигнала DSC в месте приема.  $F_a$  [дБ] – коэффициент внешнего шума на береговой станции.

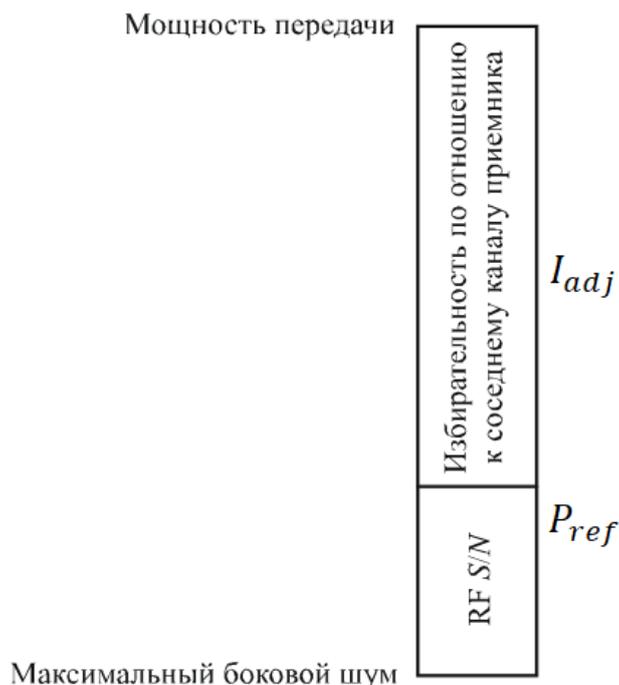


Рисунок Ж2 – Связь между характеристиками приемника и передатчика

## Ж.2 Требуемая избирательность по соседнему каналу

Уровень изоляции соседнего канала, требуемый для приемника наблюдения, зависит от разноса между передающей и приемной антеннами. На рисунке Ж2 приведены значения справочной мощности  $P_{ref}$ , которая соответствует с мощности излучения, создающей на антенне приемника сигнал такой же силы (напряженности поля), как и сила защищаемого сигнала канала сигнала бедствия (DSC). Если значение для изоляции соседнего канала приемника выражается как  $I_{adj}$  (дБ), тогда максимальная мощность излучения станции не превысит:

$$P_{rad} = P_{ref} + I_{adj} \quad (22)$$

Для обеспечения наблюдения за DSC, нужно рассмотреть три категории приемников: приемники на коммерческих каналах, корабельные приемники наблюдения за DSC или высокоточные детекторные приемники наблюдения за DSC, в соответствии с данными таблицы Ж1.

Таблица Ж1 – Взаимосвязь избирательности приемника смещения по частоте

Избирательность (дБ)	Смещение (Гц)
6	Между 150 и 220
30	Меньше чем 270
60	Ниже 400
80	Меньше чем 550

### Ж.3 Защита от помех соседнего канала

Максимально разрешенная мощность передатчика должна определяться из уравнения:

$$P_{Tx} = 30 + 10 \log(P_{ref}) + I_{adj} - 10 \log(A_{eff}), \quad (\text{Ж1})$$

где:  $P_{Tx}$  – мощность передатчика (дБ(мВт));

$I_{adj}$  – величина изолированности соседнего канала для приемника (дБ);

$A_{eff}$  – эффективность антенны (%/100).

Для примера рассмотрим приемник типа используемого на борту корабля с типичным значением изолированности, равным 60 дБ при шуме на местности  $F_a$ , равном 65 дБ на удалении 2,5 км от передающей антенны с эффективностью 75%. На рисунке Ж1 приведено значение  $P_{ref}$ , равное 0,1 мВт, поэтому максимальный уровень мощности излучения составит 60 дБ при значениях выше 0,1 мВт, т. е. 100 Вт. Считая эффективность антенны максимальной, получим мощность передатчика, равную 133 Вт. Чтобы 500–ваттный передатчик обеспечивал предварительную фильтрацию сигнала, требуется дополнительно 4 дБ изолированности соседнего канала.

### Ж.4 Защита от бокового шума передатчика

Максимально допустимый уровень бокового шума определяется требуемым отношением  $S/N$  на принимающей антенне. В приведенном примере для  $S/N$ , равного 10 дБ, максимально допустимый уровень

мощности бокового шума составит 10 мВт, т. е. довольно низкую величину, и может потребовать установки выходного фильтра, чтобы уменьшить шум модулятора передатчика

### Ж.5 Взаимодействие разнесенных антенн

На рисунке Ж3 показано влияние уменьшения разноса между передающей и принимающей антеннами с 1 км до 300 м, при том минимально возможное значение, вычисленное с помощью программы GRWAVE. Для примера, если бы для станции, находящейся поблизости от берега, коэффициент максимального среднегодового внешнего шума  $F_a$ , был бы равен 65 дБ, то, из рисунка А9 (для  $E_{ps} = 70$ ,  $\Sigma = 5\text{См/м}$ ) достигаемая дальность передачи составляла бы чуть больше 200 морских миль. Если бы изолированность соседнего канала составляла 80 дБ, то для е.т.р., равной 200 Вт, разнос антенн не должен был бы быть меньше 450 м.

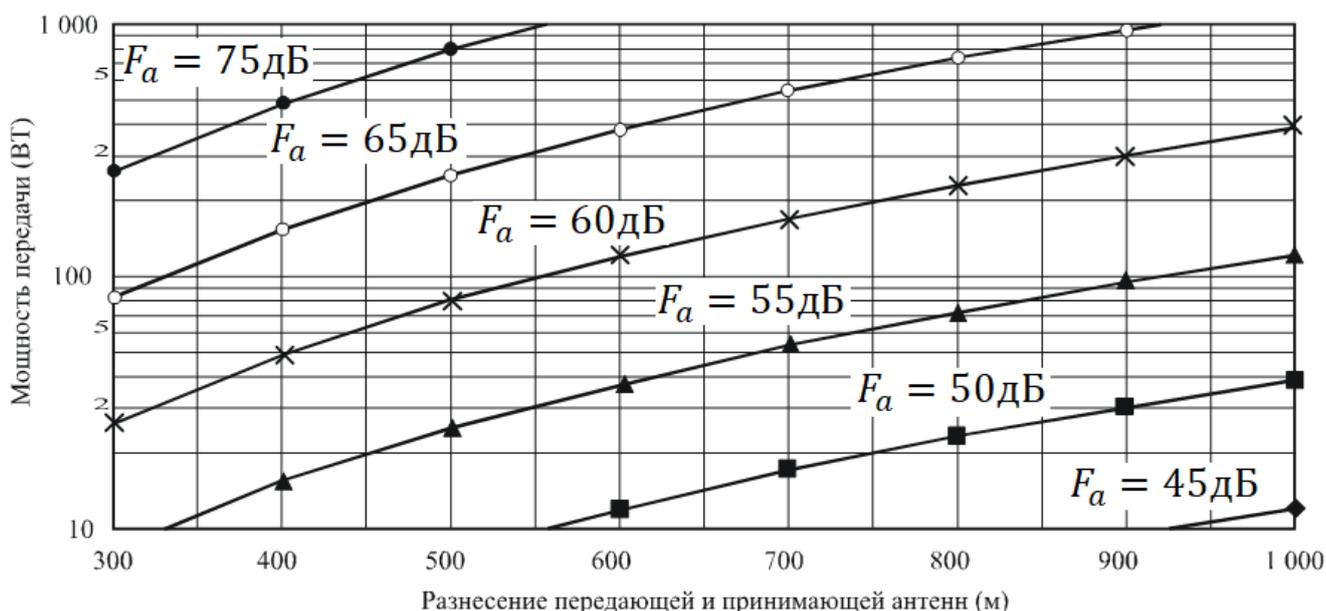


Рисунок Ж3 – Зависимость между мощностью передатчика и разнесением антенн при изолированности соседнего канала до 80 дБ

При таких условиях для достижения требуемого разнесения потребовался бы длинный фидер. Так как частота возрастает, достигается значительное уменьшение внешнего шума и возрастание потерь в фидере.

При 2 МГц коэффициент внешнего шума гораздо больше, чем коэффициент шума системы, и при значении последнего, равном 15 дБ, в правильно сконструированной и обслуживаемой системе приемлемое значение фидерных потерь могло бы достигать 10 дБ. Экономически грамотным решением, помогающим избежать очень длинного коаксиального кабеля с низкой потерей сигнала, могло бы стать использование для А2 отдельно стоящих антенн.