



This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

(ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلًا.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.



XVII ПЛЕНАРНАЯ АССАМБЛЕЯ
ДЮССЕЛЬДОРФ, 1990



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

РЕКОМЕНДАЦИИ МККР, 1990

(ВКЛЮЧАЯ РЕЗОЛЮЦИИ И МНЕНИЯ)

ТОМ VI

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН В ИОНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ



МККР

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ КОМИТЕТ ПО РАДИО

МККР

1. Международный консультативный комитет по радио (МККР) является постоянным органом Международного союза электросвязи, на который в соответствии с Международной конвенцией электросвязи возложены обязанности "... по изучению технических и эксплуатационных вопросов, относящихся в особенности к радиосвязи без ограничения диапазона частот, и представлению рекомендаций по ним..." (Международная конвенция электросвязи, Найроби, 1982 г., Первая часть, Глава I, Ст. 11, п. 83).*

2. Цели МККР состоят, в частности, в том, чтобы:

а) обеспечивать технические основы для применения административными радиоконференциями и службами радиосвязи в интересах эффективного использования радиочастотного спектра и геостационарной орбиты с учетом потребностей различных радиослужб;

б) рекомендовать нормы на характеристики радиосистем и технических устройств, которые гарантируют их эффективное взаимодействие и совместимость в международной электросвязи;

в) осуществлять сбор, обмен, анализ и распространение технической информации, получаемой в результате исследований МККР, и другой имеющейся информации в интересах развития, планирования и эксплуатации радиосистем, включая любые необходимые специальные меры, требующиеся для облегчения использования такой информации в развивающихся странах.

* См. также Устав МСЭ, Ницца, 1989 г., Глава 1, Ст. 11, п. 84.



XVII ПЛЕНАРНАЯ АССАМБЛЕЯ
ДЮССЕЛЬДОРФ, 1990



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

РЕКОМЕНДАЦИИ МККР, 1990

(ВКЛЮЧАЯ РЕЗОЛЮЦИИ И МНЕНИЯ)

ТОМ VI

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН В ИОНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ



МККР

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ КОМИТЕТ ПО РАДИО

92-61-04224-4

ПЛАН ТОМОВ I—XV XVII ПЛЕНАРНОЙ АССАМБЛЕИ МККР

(Дюссельдорф, 1990 г.)

ТОМ I (Рекомендации) <i>Приложение к т. I (Отчеты)</i>	Использование спектра и контроль
ТОМ II (Рекомендации) <i>Приложение к т. II (Отчеты)</i>	Служба космических исследований и радиоастрономическая служба
ТОМ III (Рекомендации) <i>Приложение к т. III (Отчеты)</i>	Фиксированная служба на частотах ниже приблизительно 30 МГц
ТОМ IV-1 (Рекомендации) <i>Приложение к т. IV-1 (Отчеты)</i>	Фиксированная спутниковая служба
ТОМА IV/IX-2 (Рекомендации) <i>Приложение к тт. IV/IX-2 (Отчеты)</i>	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и радиорелейными системами
ТОМ V (Рекомендации) <i>Приложение к т. V (Отчеты)</i>	Распространение радиоволн в неионизированной среде
ТОМ VI (Рекомендации) <i>Приложение к т. VI (Отчеты)</i>	Распространение радиоволн в ионизированной среде
ТОМ VII (Рекомендации) <i>Приложение к т. VII (Отчеты)</i>	Стандартные частоты и сигналы времени
ТОМ VIII (Рекомендации) <i>Приложение 1 к т. VIII (Отчеты)</i> <i>Приложение 2 к т. VIII (Отчеты)</i> <i>Приложение 3 к т. VIII (Отчеты)</i>	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и соответствующие спутниковые службы Сухопутная подвижная служба — Любительская служба — Любительская спутниковая служба Морская подвижная служба
ТОМ IX-1 (Рекомендации) <i>Приложение к т. IX-1 (Отчеты)</i>	Подвижные спутниковые службы (воздушная, сухопутная, морская, подвижная и радиоопределения) — Воздушная подвижная служба
ТОМ X-1 (Рекомендации) <i>Приложение к т. X-1 (Отчеты)</i>	Фиксированная служба, использующая радиорелейные системы
ТОМА X/XI-2 (Рекомендации) <i>Приложение к тт. X/XI-2 (Отчеты)</i>	Радиовещательная служба (звуковая)
ТОМА X/XI-3 (Рекомендации) <i>Приложение к тт. X/XI-3 (Отчеты)</i>	Радиовещательная спутниковая служба (звуковая и телевизионная)
ТОМ XI-1 (Рекомендации) <i>Приложение к т. XI-1 (Отчеты)</i>	Запись звуковых и телевизионных сигналов
ТОМ XII (Рекомендации) <i>Приложение к т. XII (Отчеты)</i>	Радиовещательная служба (телевизионная)
ТОМ XIII (Рекомендации)	Передача телевизионных и звуковых сигналов (СМТТ)
ТОМ XIV	Словарь (CCV)
ТОМ XV-1 (Вопросы)	Административные тексты МККР
ТОМ XV-2 (Вопросы)	1, 12, 5, 6, 7-я Исследовательские комиссии
ТОМ XV-3 (Вопросы)	8-я Исследовательская комиссия
ТОМ XV-4 (Вопросы)	10, 11-я Исследовательские комиссии и СМТТ
	4, 9-я Исследовательские комиссии

Все ссылки в текстах на Рекомендации, Отчеты, Резолюции, Мнения, Решения и Вопросы МККР относятся, если не оговорено иначе, к изданию 1990 г., то есть указывается только основной номер.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕКСТОВ XVII ПЛЕНАРНОЙ АССАМБЛЕИ МКРП В ТОМАХ I–XV

Томы I–XV и Приложения к ним XVII Пленарной Ассамблеи содержат все действующие тексты МКРП и заменяют аналогичные тома XVI Пленарной Ассамблеи, Дубровник, 1986 г.

1. Рекомендации, Резолюции, Мнения содержатся в томах I–XIV, а Отчеты, Решения – в Приложениях к томам I–XII.

1.1 Нумерация текстов

Если какой-либо текст Рекомендации, Отчета, Резолюции или Мнения изменяется, он сохраняет свой номер, к которому добавляется дефис и цифра, указывающая на количество произведенных пересмотров текста. Однако в самих текстах Рекомендаций, Отчетов, Резолюций, Мнений и Решений даются ссылки только на основной номер (например, Рекомендация 253). Такие ссылки, если не указано иначе, следует рассматривать как ссылки на последний вариант текста.

В представленных ниже таблицах приведены только первоначальные номера действующих текстов без указания последующих изменений, которые могли иметь место. Более подробная информация о данной системе нумерации содержится в томе XIV.

1.2 Рекомендации

Номер	Том	Номер	Том	Номер	Том
48	X-1	368–370	V	479	II
80	X-1	371–373	VI	480	III
106	III	374–376	VII	481–484	IV-1
139	X-1	377, 378	I	485, 486	VII
162	III	380–393	IX-1	487–493	VIII-2
182	I	395–405	IX-1	494	VIII-1
215, 216	X-1	406	IV/IX-2	496	VIII-2
218, 219	VIII-2	407, 408	X/XI-3	497	IX-1
239	I	411, 412	X-1	498	X-1
240	III	415	X-1	500	XI-1
246	III	417	XI-1	501	X/XI-3
257	VIII-2	419	XI-1	502, 503	XII
265	X/XI-3	428	VIII-2	505	XII
266	XI-1	430, 431	XIII	508	I
268	IX-1	433	I	509, 510	II
270	IX-1	434, 435	VI	513–517	II
275, 276	IX-1	436	III	518–520	III
283	IX-1	439	VIII-2	521–524	IV-1
290	IX-1	441	VIII-3	525–530	V
302	IX-1	443	I	531–534	VI
305, 306	IX-1	444	IX-1	535–538	VII
310, 311	V	446	IV-1	539	VIII-1
313	VI	450	X-1	540–542	VIII-2
314	II	452, 453	V	546–550	VIII-3
326	I	454–456	III	552, 553	VIII-3
328, 329	I	457, 458	VII	555–557	IX-1
331, 332	I	460	VII	558	IV/IX-2
335, 336	III	461	XIII	559–562	X-1
337	I	463	IX-1	565	XI-1
338, 339	III	464–466	IV-1	566	X/XI-2
341	V	467, 468	X-1	567–572	XII
342–349	III	469	X/XI-3	573, 574	XIII
352–354	IV-1	470–472	XI-1	575	I
355–359	IV/IX-2	473, 474	XII	576–578	II
362–364	II	475, 476	VIII-2	579, 580	IV-1
367	II	478	VIII-1	581	V

1.2 Рекомендации (продолжение)

Номер	Том	Номер	Том	Номер	Том
582, 583	VII	625–631	VIII-2	676–682	V
584	VIII-1	632, 633	VIII-3	683, 684	VI
585–589	VIII-2	634–637	IX	685, 686	VII
591	VIII-3	638–641	X-1	687	VIII-1
592–596	IX-1	642	X-1	688–693	VIII-2
597–599	X-1	643, 644	X-1	694	VIII-3
600	X/XI-2	645	X-1 + XII	695–701	IX-1
601	XI-1	646, 647	X-1	702–704	X-1
602	X/XI-3	648, 649	X/XI-3	705	X-1 ⁽¹⁾
603–606	XII	650–652	X/XI-2	706–708	X-1
607, 608	XIII	653–656	XI-1	709–711	XI-1
609–611	II	657	X/XI-3	712	X/XI-2
612, 613	III	658–661	XII	713–716	X/XI-3
614	IV-1	662–666	XIII	717–721	XII
615	IV/IX-2	667–669	I	722	XII
616–620	V	670–673	IV-1	723, 724	XII
622–624	VIII-1	674, 675	IV/IX-2		

1.3 Отчеты

Номер	Том	Номер	Том	Номер	Том
19	III	319	VIII-1	472	X-1
122	XI-1	322	VI ⁽¹⁾	473	X/XI-2
137	IX-1	324	I	476	XI-1
181	I	327	III	478	XI-1
183	III	336*	V	481–485	XI-1
195	III	338	V	488	XII
197	III	340	VI ⁽¹⁾	491	XII
203	III	342	VI	493	XII
208	IV-1	345	III	496, 497	XII
209	IV/IX-2	347	III	499	VIII-1
212	IV-1	349	III	500, 501	VIII-2
214	IV-1	354–357	III	509	VIII-3
215	X/XI-2	358	VIII-1	516	X-1
222	II	363, 364	VII	518	VII
224	II	371, 372	I	521, 522	I
226	II	375, 376	IX-1	525, 526	I
227*	V	378–380	IX-1	528	I
228, 229	V	382	IV/IX-2	533	I
238, 239	V	384	IV-1	535, 536	II
249–251	VI	386–388	IV/IX-2	538	II
252	VI ⁽¹⁾	390, 391	IV-1	540, 541	II
253–255	VI	393	IV/IX-2	543	II
258–260	VI	395	II	546	II
262, 263	VI	401	X-1	548	II
265, 266	VI	404	XI-1	549–551	III
267	VII	409	XI-1	552–558	IV-1
270, 271	VII	411, 412	XII	560, 561	IV-1
272, 273	I	430–432	VI	562–565	V
275–277	I	435–437	III	567	V
279	I	439	VII	569	V
285	IX-1	443	IX-1	571	VI
287*	IX-1	445	IX-1	574, 575	VI
289*	IX-1	448, 449	IV/IX-2	576–580	VII
292	X-1	451	IV-1	584, 585	VIII-2
294	X/XI-3	453–455	IV-1	588	VIII-2
300	X-1	456	II	607	IX-1
302–304	X-1	458	X-1	610*	IX-1
311–313	XI-1	463, 464	X-1	612–615	IX-1
314	XII	468, 469	X/XI-3	622	X/XI-3

* Не переиздается, см. Дубровник, 1986 г.

⁽¹⁾ Издан отдельно.

1.3 Отчеты (продолжение)

Номер	Том	Номер	Том	Номер	Том
624–626	XI-1	790–793	IV/IX-2	972–979	I
628, 629	XI-1	795	X-1	980–985	II
630	X/XI-3	798, 799	X-1	987, 988	II
631–634	X/XI-2	801, 802	XI-1	989–996	III
635–637	XII	803	X/XI-3	997–1004	IV-1
639	XII	804, 805	XI-1	1005, 1006	IV/IX-2
642, 643	XII	807–812	X/XI-2	1007–1010	V
646–648	XII	814	X/XI-2	1011, 1012	VI
651	I	815, 816	XII	1016, 1017	VII
654–656	I	818–823	XII	1018–1025	VIII-1
659	I	826–842	I	1026–1033	VIII-2
662–668	I	843–854	II	1035–1039	VIII-2
670, 671	I	857	III	1041–1044	VIII-2
672–674	II	859–865	III	1045	VIII-3
676–680	II	867–870	IV-1	1047–1051	VIII-3
682–685	II	872–875	IV-1	1052–1057	IX-1
687	II	876, 877	IV/IX-2	1058–1061	X-1
692–697	II	879, 880	V	1063–1072	X-1
699, 700	II	882–885	V	1073–1076	X/XI-2
701–704	III	886–895	VI	1077–1089	XI-1
706	IV-1	896–898	VII	1090–1092	XII
709	IV/IX-2	899–904	VIII-1	1094–1096	XII
710	IV-1	908	VIII-2	1097–1118	I
712, 713	IV-1	910, 911	VIII-2	1119–1126	II
714–724	V	913–915	VIII-2	1127–1133	III
725–729	VI	917–923	VIII-3	1134–1141	IV-1
731, 732	VII	925–927	VIII-3	1142, 1143	IV/IX-2
735, 736	VII	929	VIII-3 ⁽¹⁾	1144–1148	V
738	VII	930–932	IX-1	1149–1151	VI
739–742	VIII-1	934	IX-1	1152	VII
743, 744	VIII-2	936–938	IX-1	1153–1157	VIII-1
748, 749	VIII-2	940–942	IX-1	1158–1168	VIII-2
751	VIII-3	943–947	X-1	1169–1186	VIII-3
760–764	VIII-3	950	X/XI-3	1187–1197	IX-1
766	VIII-3	951–955	X/XI-2	1198	X-1 ⁽¹⁾
770–773	VIII-3	956	XI-1	1199–1204	X-1
774, 775	VIII-2	958, 959	XI-1	1205–1226	XI-1
778	VIII-1	961, 962	XI-1	1227, 1228	X/XI-2
780*	IX-1	963, 964	X/XI-3	1229–1233	X/XI-3
781–789	IX-1	965–970	XII	1234–1241	XII

* Не переиздается, см. Дубровник, 1986 г.

⁽¹⁾ Издан отдельно.

1.3.1 Примечание к Отчетам

Отдельное примечание "Принят единодушно" во всех Отчетах исключено. Отчеты, опубликованные в Приложениях к томам, были приняты единодушно, за исключением тех случаев, когда имели место оговорки, которые воспроизводятся как отдельные примечания.

1.4 Резолюции

Номер	Том	Номер	Том	Номер	Том
4	VI	62	I	86, 87	XIV
14	VII	63	VI	88	I
15	I	64	X-1	89	XIII
20	VIII-1	71	I	95	XIV
23	XIII	72, 73	V	97–109	XIV
24	XIV	74	VI	110	I
33	XIV	76	X-1	111, 112	VI
39	XIV	78	XIII	113, 114	XIII
61	XIV	79–83	XIV		

1.5 Мнения

Номер	Том	Номер	Том	Номер	Том
2	I	45	VI	73	VIII-1
11	I	49	VIII-1	74	X-1 + X/XI-3
14	IX-1	50	IX-1	75	XI-1 + X/XI-3
15	X-1	51	X-1	77	XIV
16	X/XI-3	56	IV-1	79-81	XIV
22, 23	VI	59	X-1	82	VI
26-28	VII	63	XIV	83	XI-1
32	I	64	I	84	XIV
35	I	65	XIV	85	VI
38	XI-1	66	III	87, 88	XIV
40	XI-1	67-69	VI	89	IX-1
42	VIII-1	71-72	VII	90	X/XI-3
43	VIII-2				

1.6 Решения

Номер	Том	Номер	Том	Номер	Том
2	IV-1	60	XI-1	87	IV/IX-2
4, 5	V	63	III	88, 89	IX-1
6	VI	64	IV-1	90, 91	XI-1
9	VI	65	VII	93	X/XI-2
11	VI	67, 68	XII	94	X-1
18	X-1 + XI-1 +	69	VIII-1	95	X-1 + XI-1
	XII	70	IV-1	96, 97	X-1
27	I	71	VIII-3	98	X-1 + XII
42	XI-1	72	X-1 + XI-1	99	X-1
43	X/XI-2		IV-1 + X-1 +	100	I
51	X/XI-2	76	XI-1 + XII	101	II
53, 54	I	77	XII	102	V
56	I	78, 79	X-1	103	VIII-3
57	VI	80	XI-1	105	XIV
58	XI-1	81	VIII-3	106	XI-1
59	X/XI-3	83-86	VI		

2. Вопросы (Тома XV-1, XV-2, XV-3, XV-4)

2.1 Нумерация текстов

Вопросы имеют отдельную нумерацию для каждой Исследовательской комиссии: при необходимости после номера Вопроса добавляются дефис и цифра, указывающая количество последующих изменений. После номера Вопроса ставится *арабская цифра, указывающая соответствующую Исследовательскую комиссию*. Например:

- Вопрос 1/10 означает, что это Вопрос 10-й Исследовательской комиссии и что действует его первоначальный текст;
- Вопрос 1-1/10 означает, что это Вопрос 10-й Исследовательской Комиссии с текстом, который был изменен один раз по сравнению с первоначальным; Вопрос 1-2/10 будет Вопросом 10-й Исследовательской Комиссии, текст которого имел два последующих изменения.

Примечание. — Вопросы 7, 9 и 12-й Исследовательских Комиссий начинаются с номера 101. В случаях, относящихся к 7-й и 9-й Исследовательским комиссиям, это вызвано необходимостью объединить Вопросы бывших 2-й и 7-й Исследовательских комиссий, а также 3-й и 9-й Исследовательских комиссий соответственно. В случаях, относящихся к 12-й Исследовательской комиссии, перенумерация связана с необходимостью переноса Вопросов из других Исследовательских комиссий.

2.2 Размещение Вопросов

В плане, представленном на странице II, указывается соответствующая часть тома XV, в которой находятся Вопросы каждой Исследовательской комиссии. Сводная таблица всех Вопросов с их названиями, прежними и новыми номерами, помещена в томе XIV.

2.3 Ссылки на Вопросы

Как подробно изложено в Резолюции 109, Пленарная Ассамблея одобрила Вопросы и разместила их по Исследовательским комиссиям для целей рассмотрения. Пленарная Ассамблея приняла также решение исключить Исследовательские программы. Поэтому в Резолюции 109 отмечены те Исследовательские программы, которые были одобрены для перевода в новые Вопросы или для объединения с действующими Вопросами. Следует иметь в виду, что ссылки на Вопросы и Исследовательские программы, содержащиеся в текстах Рекомендаций и Отчетов в томах I—XIII, остались теми же, что использовались во время исследовательского периода 1986—1990 гг.

При необходимости в Вопросах приводятся ссылки на прежние Исследовательские программы или Вопросы, из которых они возникли. Новые номера присвоены тем Вопросам, которые возникли из Исследовательских программ или переведены в другую Исследовательскую комиссию.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

ТОМ VI

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН В ИОНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ

(6-я Исследовательская комиссия)

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
План томов I—XV XVII Пленарной Ассамблеи МККР	II
Распределение текстов XVII Пленарной Ассамблеи МККР в томах I—XV	III
Содержание.	IX
Перечень текстов в порядке их нумерации.	XI
Мандат 6-й Исследовательской комиссии и введение, представленное Председателем 6-й Исследовательской комиссии	XIII
 <i>Раздел 6A – Свойства ионосферы</i>	
Рек. 532 Модификация ионосферы излучениями большой мощности	1
 <i>Раздел 6B – Радиопомехи</i>	
Рек. 372-5 Использование данных по радиопомехам.	3
 <i>Раздел 6C – Ионосферное распространение радиоволн и оперативное прогнозирование</i>	
Рек. 373-6 Определения максимальных и минимальных частот передачи	5
Рек. 313-6 Обмен информацией для краткосрочных прогнозов и передача предупреждений об ионосферных возмущениях	6
 <i>Раздел 6D – Прогнозирование ионосферного распространения радиоволн на частотах ниже приблизительно 1,6 МГц</i>	
Рек. 435-6 Прогнозирование напряженности поля пространственной волны в полосе частот между 150 и 1600 кГц	11
Рек. 683 Метод прогнозирования напряженности поля пространственной волны на частотах около 500 кГц при распространении по направлению к воздушному судну.	35
Рек. 684 Прогнозирование напряженности поля на частотах ниже приблизительно 500 кГц.	42
 <i>Раздел 6E – Прогнозирование ионосферного распространения радиоволн в полосе частот приблизительно между 1,6 и 30 МГц</i>	
Рек. 371-6 Выбор индексов для долгосрочных ионосферных прогнозов.	43
Рек. 434-4 Атлас ионосферных характеристик МККР	49
Рек. 533-2 Оценка напряженности поля пространственной волны в полосе частот между 2 и 30 МГц.	50
 <i>Раздел 6F – Прогнозирование ионосферного распространения радиоволн и использование прогнозов на частотах выше приблизительно 30 МГц</i>	
Рек. 531-1 Ионосферные эффекты, влияющие на радиосистемы, в состав которых входят космические аппараты	51
Рек. 534-3 Метод расчета напряженности поля при распространении посредством спорадического слоя E	52

Раздел 6G – Измерения параметров ионосферного распространения радиоволн и банки данных

В этом разделе Рекомендации отсутствуют.

Резолюции и Мнения

Резолюция 4-4	Предоставление основных индексов для ионосферного распространения радиоволн	79
Резолюция 63-3	Компьютерные программы для прогнозирования характеристик ионосферы, потерь передачи пространственной волны и помех	80
Резолюция 74-1	Определение числа солнечных пятен	87
Резолюция 111	Кампания измерений напряженности поля ВЧ	88
Резолюция 112	Отчет 6-й Исследовательской комиссии МККР к ВАКР ВЧРВ (93)	89
Мнение 22-5	Регулярное зондирование ионосферы	90
Мнение 23-4	Наблюдения, необходимые для обеспечения основными индексами для ионосферного распространения радиоволн	91
Мнение 45-3	Оценка методов МККР прогнозирования распространения ВЧ	92
Мнение 67	Геофизические и солнечные наблюдения, необходимые для краткосрочного прогнозирования ионосферного распространения радиоволн	93
Мнение 68-1	Банк данных измерений напряженности поля ВЧ сигналов, распространяющихся пространственной волной	94
Мнение 69	Измерения напряженности поля на частотах ниже приблизительно 1,7 МГц	95
Мнение 82	Использование ионосферного индекса солнечной активности (IG) для прогнозирования foF2	96
Мнение 85	Измерения характеристик атмосферных радиопомех	97

Упраздненные тексты

Стр. №
том VI
Дубровник, 1986 г.

Рек. 621	Численные константы и процедура интерполяции для метода прогнозирования распространения радиоволн, принятого ВАКР ВЧРВ	238
----------	--	-----

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕКСТОВ В ПОРЯДКЕ ИХ НУМЕРАЦИИ

	Стр.
РАЗДЕЛ 6А: Свойства ионосферы	1
РАЗДЕЛ 6В: Радиопомехи.	3
РАЗДЕЛ 6С: Ионосферное распространение радиоволн и оперативное прогнозирование	5
РАЗДЕЛ 6D: Прогнозирование ионосферного распространения радиоволн на частотах ниже приблизительно 1,6 и 30 МГц.	11
РАЗДЕЛ 6Е: Прогнозирование ионосферного распространения радиоволн в полосе частот приблизительно между 1,6 и 30 МГц	43
РАЗДЕЛ 6F: Прогнозирование ионосферного распространения радиоволн и использование прогнозов на частотах выше приблизительно 30 МГц	51
РАЗДЕЛ 6G: Измерения параметров ионосферного распространения радиоволн и банки данных . . .	77

РЕКОМЕНДАЦИИ	Раздел	Стр.
Рекомендация 313-5	6C	6
Рекомендация 371-6	6E	43
Рекомендация 372-5	6B	3
Рекомендация 373-6	6C	5
Рекомендация 434-4	6E	49
Рекомендация 435-6	6D	11
Рекомендация 531-1	6F	51
Рекомендация 532	6A	1
Рекомендация 533-2	6E	50
Рекомендация 534-3	6F	52
Рекомендация 683	6D	35
Рекомендация 684	6D	42

Примечание. — В данном перечне не воспроизводятся Резолюции и Мнения, которые в содержании оказались представленными в порядке их нумерации.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

6-я ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ КОМИССИЯ

РАСПРОСТРАНЕНИЕ В ИОНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ

Мандат

Исследовать с целью улучшения радиосвязи:

1. распространение радиоволн посредством ионосферы и ионизированных областей за пределами ионосферы;
2. характеристики радиопомех.

1986—1990 гг.

Председатель:

Л.У. БАРКЛИ (Соединенное Королевство)

Вице-председатели:

Г.Л. МАТТИ (Республика Замбия)
г-жа Ж. ПИЛЛЕ (Франция)

Что касается следующего Исследовательского периода, то Резолюцией 61, принятой XVII Пленарной Ассамблеей, Дюссельдорф (май—июнь 1990 г.), определена сфера предстоящей деятельности и названы фамилии Председателя и Вице-председателей, которые приводятся ниже.

6-я ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ КОМИССИЯ

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН В ИОНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ

Сфера деятельности:

Распространение радиоволн в ионизированной среде вблизи и выше поверхности Земли и характеристики радиопомех в целях совершенствования системы радиосвязи.

1990—1994 гг.

Председатель:

Л.У. БАРКЛИ (Соединенное Королевство)

Вице-председатели:

г-жа Ж. ПИЛЛЕ (Франция)
Д.Г. КОУЛ (Австралия)
А. ГИРАЛЬДЕС (Аргентина)
М. ЗАМАНИАН (Исламская Республика Иран)

ВВЕДЕНИЕ, ПРЕДСТАВЛЕННОЕ ПРЕДСЕДАТЕЛЕМ 6-я ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМИССИИ

1. Общие сведения

В течение только что завершившегося Пленарного цикла 6-я Исследовательская комиссия продолжала выполнять свою задачу, направленную на обеспечение современной и относящейся к рассматриваемым вопросам информацией в области распространения радиоволн в ионизированной среде и радиопомех. Основное внимание уделялось разработке документации, необходимой для планирования, эксплуатации и проектирования систем.

2. Организация

Структура Рабочих групп на протяжении Исследовательского периода не претерпела изменений по сравнению с предыдущим циклом. В рамках этой структуры в течение 12 лет разрабатывались Рекомендации и Отчеты в легко отождествляемых тематических областях, проблематика которых отражена в названиях разделов тома VI (Дубровник, 1986 г.). Из-за приоритетов, которые отдавались администрациями и организациями тем или иным исследованиям, имелся значительный дисбаланс в рабочей нагрузке Рабочих групп, успешно преодолеваемый, однако, соответствующим расписанием времени собраний.

Исследовательская комиссия находилась в исключительно благоприятных условиях в связи с тем, что Рабочие группы проводили Промежуточные и Заключительные собрания под руководством одних и тех же председателей. Ими были:

- г-жа ж. Пилле, Вице-председатель, Франция — Редакционная группа;
- д-р Ч.М. Раш, Соединенные Штаты Америки — Рабочая группа 6-J — Характеристики ионосферы и ионосферное распространение радиоволн;
- д-р Д.Г. Коул, Австралия — Рабочая Группа 6-K — Эксплуатационные вопросы;
- д-р Т. Дамболдт, Федеративная Республика Германии — Рабочая группа 6-L — Факторы, влияющие на проектирование систем;
- д-р М. Заманиан, Исламская Республика Иран — Рабочая группа 6-M — Естественные и промышленные радиопомехи;
- г-н И.Е. Дэви, Соединенное Королевство — Рабочая группа 6-N — Напряженность поля на частотах выше 1,6 МГц;
- г-н Д. Росс, Канада — Рабочая группа 6-P — Напряженность поля на частотах ниже 1,6 МГц.

Работа Исследовательской комиссии как во время собраний, так и в течение всего Исследовательского периода проходила наиболее эффективно и действенно благодаря помощи со стороны Секретариата МККР, особенно д-ра К.А. Хьюза.

3. Подготовка к конференциям

3.1 ВАКР ВЧРВ-87

На Пленарной Ассамблее в 1986 г. была принята Рекомендация 621, которой уточнялись численные константы и процедура интерполяции, используемые в методе прогнозирования распространения радиоволн, принятом ВАКР ВЧРВ. Эта Рекомендация была учтена ВАКР 1987 г. Сейчас она сослужила свою службу и предлагается к упразднению. Конференция 1987 г. предложила МККР провести изучение принятого ею метода прогнозирования распространения ВЧ и рекомендовать как улучшение этого метода, так позднее, если понадобится, и более совершенный метод, который использовался бы в дальнейшем для полос ВЧ, распределенных исключительно радиовещательной службе.

Банки данных по измерениям напряженности поля ВЧ, составленные 6-й Исследовательской комиссией, интенсивно использовались при разработке и проверке метода, который явился основой варианта, применявшегося на Конференции. Поэтому без дополнительных данных возможности для улучшений метода и их апробации весьма ограничены. Это обстоятельство было признано ВАКР ВЧРВ-87, которая рекомендовала администрациям выполнять программы измерений напряженности поля и представить данные в МККР в виде, удобном для изучения.

В связи с этим 6-я Исследовательская комиссия в мае 1987 г. в срочном порядке образовала Временную Рабочую группу 6/14 со следующим мандатом:

- определить районы мира, протяженности трасс и частоты, где необходимо выполнить измерения напряженности поля с целью формирования новой базы данных, которой можно было бы воспользоваться при изучении улучшений метода прогнозирования распространения ВЧ;
- рекомендовать характеристики передачи и антенны, а также способы идентификации передач;
- рекомендовать для проведения измерений приемные системы, в том числе антенные устройства, а также методы записи и анализа результатов, включающие стандартизованные формы, в которых можно было бы представлять результаты для включения в базу данных;
- работу следует завершить до Промежуточного собрания Исследовательской комиссии в 1988 г.

ВРГ под умелым руководством д-ра Дамболдта (Федеративная Республика Германии) подготовила Отчет 1149, который был одобрен Исследовательской комиссией на Промежуточном собрании. Отчетом предусматривается сеть из девяти передающих станций, расположенных в разных частях земного шара, каждая из которых для безошибочного опознавания передатчика на слух или посредством компьютера излучает сигнал со специальным форматом модуляции, причем каждой станцией излучается последовательность из пяти частот. С учетом особого характера передаваемых сигналов было определено сравнительно недорогое приемное устройство, которое посредством одного приемника, управляемого ЭВМ, и блока памяти позволяет накапливать данные измерений напряженности поля на 25 комбинациях передатчик/частота.

С содержанием этого Отчета администрации были ознакомлены в августе 1988 г., а Директор МККР принял особые усилия к тому, чтобы побудить некоторые администрации оказать помощь в предоставлении специальных передающих средств.

Незадолго перед Заключительным собранием 6-й Исследовательской комиссии еще не были получены конкретные предложения относительно предоставления передающих устройств, однако около 40 администраций и организаций проявили заинтересованность в участии, причем одна треть из них заранее указала на свои намерения приобрести и предоставить оборудование по крайней мере для одной приемной системы. На Заключительном собрании две администрации дали определенные заверения относительно передающих средств, однако Исследовательская комиссия сочла это недостаточным и решила, что остается слишком мало времени для проведения интенсивной кампании и обработки результатов к планируемой в 1993 г. ВАКР ВЧРВ. Тем не менее Исследовательская комиссия считает, что есть смысл провести измерительную кампанию в более продолжительные сроки и что при этом можно было бы не настаивать строго на применении передатчиков с быстрой сменой 5 частот.

В продаже имеется оборудование для комплектации соответствующих приемных устройств, а в Отчете 1149 приводится также достаточно подробное описание аппаратуры, которая может быть разработана или скомпонована большинством администраций и организаций. Ожидается, что измерительная кампания начнется в 1990 г. и в ходе ее проведения будут накоплены новые результаты, которые будут способствовать прогрессивному улучшению метода прогнозирования, подлежащего изучению в последующие годы.

Тем не менее были продолжены исследования метода прогнозирования распространения ВЧ, изложенного в Отчете 894, и в настоящее время принята рекомендация об его использовании (Рекомендация 533). Перед ВРГ 6/1 была поставлена задача провести сравнение этого метода и метода, принятого ВАКР ВЧРВ-87, с имеющимся банком данных и подготовить два отчета: один — для рассмотрения Пленарной Ассамблеей, а второй — за 17 месяцев до начала ВАКР ВЧРВ 1993 г. Резолюция 112 сформулирована таким образом, что второй отчет ВРГ 6/1 формально может быть представлен непосредственно на рассмотрение Конференции.

3.2 ВАКР 1992 г.

6-я Исследовательская комиссия будет обеспечивать соответствующей информацией техническую подготовку к ВАКР 1992 г. На первом этапе она взаимодействует с Объединенной Временной Рабочей группой 10-3-6-8/1.

3.3 Планируемая Региональная административная радиоконференция по использованию частот ОВЧ/УВЧ в Районе 3 (РАКР-3)

6-я Исследовательская комиссия предоставила информацию по ионосферному распространению ОВЧ и УВЧ для использования при технической подготовке этой планируемой конференции.

4. Временные Рабочие группы

Некоторые из Временных Рабочих групп 6-й Исследовательской комиссии состоят из небольшого числа экспертов, которые выполняют долгосрочные исследования путем переписки или могут воспользоваться для проведения кратких собраний ВРГ другими международными встречами. Однако другие группы, а именно ВРГ 6/1 и 6/14, имели значительную нагрузку и для того, чтобы добиться прогресса в работе, проводили специальные собрания.

4.1 ВРГ 6/1 (Председатель: г-н П.А. Брэдли, Соединенное Королевство)

ВРГ 6/1 занималась совершенствованием и оценкой методов прогнозирования распространения ВЧ, а также уделяла серьезное внимание детализации методов измерений на ВЧ и нормализации результатов для возможности сравнения измеренных/прогнозируемых величин. ВРГ проводила ежегодные собрания, на которых были разработаны предложения по существенному улучшению Рекомендации 533 и ряд подробных технических отчетов. На Заключительных собраниях были сформулированы дополнительные задачи ВРГ по выполнению оценок характеристик метода, принятого ВАКР ВЧРВ-87, и разработке рекомендаций по его улучшению. С учетом этой новой работы и достижений ВРГ 6/14 образована новая ВРГ 6/15, которой переданы от ВРГ 6/1 исследования, связанные с созданием баз данных измерений.

4.2 ВРГ 6/4 (Председатель: г-н Я.Ч.Х. Вонг, Соединенные Штаты Америки)

В недавнем прошлом работа ВРГ 6/4 была связана с методами прогнозирования напряженности поля пространственной волны, которые требовались для Административной радиоконференции Района 2 по средневолновому радиовещанию. В результате этих региональных исследований выявились существенные расхождения между методами, применяемыми в Районах 1, 2 и 3. Поэтому сейчас мандат ВРГ 6/4 состоит в том, чтобы, используя данные, собранные во всех частях земного шара, изучить методы, применимые в мировом масштабе. ВРГ собиралась благодаря удачному стечению обстоятельств в ходе других собраний, проходивших в Районе 2.

4.3 ВРГ 6/5 (Председатель: д-р Дж. Белроуз, Канада)

Эта ВРГ, включающая небольшую группу специалистов, занимается оценкой напряженности поля распространения волны на частотах ниже приблизительно 500 кГц. В силу малого количества исследований, проводившихся в мире в этом диапазоне частот, группа не достигла заметного прогресса. Тем не менее в соответствующие Отчеты внесены существенные улучшения, что позволило принять новую Рекомендацию 684. Работа ВРГ проходила полностью по переписке.

4.4 ВРГ 6/7 (Председатель: д-р Л. Макнамара, Австралия)

ВРГ 6/7, которая работала исключительно по переписке, внесла основные улучшения в тексты, относящиеся к краткосрочному прогнозированию условий распространения радиоволн и оценке канала в реальном масштабе времени. Результатом работы явилась серия авторитетных обзоров, представляющих значительный интерес для лиц, занимающихся эксплуатацией линий ВЧ связи. В настоящее время, когда работа в основном завершена, необходимо сделать заключение о том, что дальнейшие исследования в этих областях будут выполняться отдельными администрациями или агентствами.

4.5 ВРГ 6/8 (Председатель: д-р А. Гиральдес, Аргентина)

Этой ВРГ, работавшей исключительно по переписке, улучшена и расширена информация применительно к ионосферному распространению ОВЧ и УВЧ, где эти моды могут явиться причиной серьезных помех. В мире в этой области выполняется небольшой объем исследований, хотя результаты последних могут оказаться достаточно важными для радиовещания и подвижных систем, основанных на распространении через тропосферу или в пределах прямой видимости. Несмотря на невысокий уровень активности, ВРГ сохранена для продолжения исследований в этой важной области.

4.6 ВРГ 6/14 (Председатель: д-р Т. Дамболдт, Федеративная Республика Германии)

Информация о работе этой ВРГ изложена в § 3.1. ВРГ выполнила свою задачу, и предложения по измерительной кампании на ВЧ содержатся в Решении 84. Работа ВРГ завершена.

4.7 ВРГ 6/15 (Председатель: профессор Н. Вакаи, Япония)

Эта новая ВРГ, образованная на Заключительных собраниях в 1989 г., должна сочетать работу по стандартизации измерений и базам данных, предпринятую ранее ВРГ 6/1, с накоплением результатов в ходе программы измерений, сформулированной ВРГ 6/14. Размах работы и соответствующий потенциал для значительных улучшений методов прогнозирования распространения ВЧ будут зависеть от кооперации администраций и агентств в предпринимаемых программах измерений.

5 Активность Рабочих групп на собраниях Исследовательской комиссии

В течение последнего исследовательского цикла сохранялось установленное ранее распределение работы между Рабочими группами.

В этот период подготовки две новые Рекомендации, касающиеся распространения радиоволн на частотах ниже 500 кГц, которыми завершена разработка полного комплекта документов в тематических областях, где необходимость в Рекомендациях была очевидна. Поскольку рядом администраций продолжают работы по изучению распространения радиоволн и их приложению, все Рекомендации отражают современное состояние знаний и в предстоящие годы будут постепенно улучшаться и совершенствоваться. В прошедший период были пересмотрены восемь из имеющихся Рекомендаций, а две остались неизменными. Рекомендацию 621, подготовленную к ВАКР ВЧРВ-87, предлагается упразднить.

Подготовлено три новых Отчета. Отчеты 1149 и 1150 относятся к кампании измерений напряженности поля ВЧ и стандартизованным процедурам сравнения результатов прогнозов и наблюдений, а в третьем — 1151 — обсуждается в равной степени своевременная и важная проблема определения соответствующих параметров помех применительно к проектированию систем. Из имеющихся Отчетов 34 пересмотрены, семь остались неизменными и два упразднены.

Рабочая группа 6-J продолжала работу по совершенствованию текстов, содержащих основную информацию о характеристиках ионосферы и ионосферном распространении радиоволн, с целью изложения в наиболее сжатом виде возможной основы, необходимой для применения при планировании и проектировании систем.

Рабочая группа 6-K в значительной мере завершила обзор различных аспектов эксплуатации систем, краткосрочного прогнозирования и оценки канала в реальном масштабе времени.

Рабочая группа 6-L, внимание которой было сосредоточено на факторах распространения радиоволн, влияющих на проектирование систем, добилась значительных успехов, особенно в вопросах, относящихся к проблеме замираний и надежности.

Невысокий уровень активности Рабочей группы 6-M объясняется слишком малым количеством поступивших вкладов для постепенного обновления данных по помехам и совершенствования методов их использования. Следует напомнить, что в 1986 году состоялось обсуждение сравнительных достоинств Отчета 322-2 по характеристикам атмосферных радиопомех и применению соответствующих данных и его пересмотренной и модернизированной версии — Отчета 322-3. Соответственно, на Пленарной Ассамблее было разработано Мнение 85, которым администрации и организации призывались к проведению измерений интенсивности и других характеристик атмосферных радиопомех, выполнению анализа результатов измерений и оценке практических результатов использования информации. За четыре года по этому предмету поступили лишь два кратких документа, и Исследовательская комиссия пришла к заключению, что более поздний анализ, имеющийся в Отчете, в общем, удовлетворяет требованиям. Тем не менее очевидно, что в этой области необходима дальнейшая работа. Немногочисленные станции, использовавшиеся при подготовке карт атмосферных радиопомех, были разнесены на большие расстояния, и высокий приоритет остается за работами, связанными с получением новой калиброванной информации и дальнейшим улучшением представляемых сведений.

Наивысшая нагрузка среди всех Рабочих групп выпала на Рабочую группу 6-N, и именно на ее долю приходятся основные достижения. Был усовершенствован и испытан метод прогнозирования напряженности поля ВЧ, первоначально разработанный для планирования ВЧ радиовещания. Исследовательская комиссия пришла к выводу, что этот, более простой метод может быть рекомендован для использования, хотя не исключена возможность использования и ранее разработанных методов, изложенных в Отчете 252 и Дополнении к нему, в тех случаях, когда требуется дополнительная информация (например, о модовой структуре и т.д.). Главным условием дальнейшего совершенствования и проверки этих методов является наличие дополнительных данных по измерению напряженности поля, а также установление надежных стандартизованных процедур для получения калиброванных и пригодных для сопоставления результатов наблюдений. В 1986 г. был разработан Отчет 1013 с подробным описанием методов оценки характеристик линий при распространении ВЧ, основанных на применении микрокомпьютеров. Исследовательская комиссия признала основные преимущества микрокомпьютерной техники и ее почти универсальные возможности и пришла к выводу, что в настоящее время отпала необходимость в разработке системы, специально рассчитанной на применение микрокомпьютеров. Рекомендованный метод допускает использование микрокомпьютеров. Следовательно, потребности в Отчете 1013 больше не существует.

Рабочая группа 6-P продолжала изучать распространение СЧ и более низких частот. После завершения работы, предназначенной для Конференции по планированию СЧ в Районе 2, ее внимание было переориентировано на всеобъемлющее изучение наблюдений и подготовку улучшенных процедур прогнозирования для применения во всем мире.

6. Организация и работа в будущем

В течение последних трех Пленарных циклов работа 6-й Исследовательской комиссии подразделялась на шесть направлений: J, K, L, M, N, P. Эта структура придавала новый акцент работе, который привел к существенным сдвигам в лучшую сторону, особенно в области проектирования и эксплуатации систем. Однако на Заключительном собрании Исследовательская комиссия пришла к выводу о том, что в настоящий момент следует перекомпоновать тексты и, таким образом, предвосхитить грядущую организацию работы в новых Рабочих группах с акцентом на приложение к вопросам планирования и проектирования. Соответственно, предлагается семь новых разделов, а тексты представляются в новой компоновке. Два из этих разделов, 6A и 6C, посвящены свойствам ионосферы и ионосферному распространению радиоволн, а также оперативному прогнозированию. В них рассматриваются существенные факторы, которые следует иметь в виду, когда радиосистемы используют ионосферу или подвергаются ее влиянию. Ряд аспектов краткосрочного прогнозирования и оценки канала в реальном масштабе времени тесно связан с работой 3-й Исследовательской комиссии. Раздел 6B по радиопомехам имеет большое прикладное значение и содержит информацию, охватывающую все частоты, по крайней мере до 1 ГГц.

В трех разделах 6D—6F дается информация (с соответствующим делением по частоте) относительно методов прогнозирования распространения радиоволн и их применения. Главная работа в этих направлениях должна заключаться в создании предпосылок для разработки в будущем улучшенных Рекомендаций.

Раздел 6С посвящен измерениям при ионосферном распространении радиоволн и банкам данных. Хотя эта тема изучалась многие годы, тем не менее сейчас необходимо поставить ее в центр внимания, как область, где требуется скоординированная деятельность для обеспечения достоверной информацией в целях дальнейшего улучшения прогнозов. Как отмечалось ранее, образована новая ВРГ 6/15.

Очевидно, что требования к методам прогнозирования распространения радиоволн определяются сферой их применения и пользователем. Вопросы распространения радиоволн не могут рассматриваться изолированно. Для разработки полезных и удобных методов, обеспечивающих получение соответствующих параметров, эксперты должны работать в тесном взаимодействии со специалистами в области управления спектром и его планирования. Другая сторона проблемы состоит в применении методов прогнозирования к проектированию систем, и здесь был обнаружен пробел в имеющейся информации. Поэтому было разработано предложение для включения в Решение 86 о том, чтобы 6-я Исследовательская комиссия совместно с другими заинтересованными Исследовательскими комиссиями образовала группу экспертов для подготовки справочника по вопросам проектирования радиосистем.

Большинство текстов 6-й Исследовательской комиссии относится к работе узкополосных или аналоговых систем. Необходимо продолжить работу по расширению этой информации, а также заполнению существенного пробела в части обеспечения сведениями, относящимися к функционированию цифровых систем. Все большие усилия Исследовательская Комиссия сосредоточивала на обеспечении информацией о характеристиках ионосферы и распространении радиоволн, которая в особенности необходима для пользователя, и этому направлению в дальнейшем следует уделять еще большее внимание.

РАЗДЕЛ 6А: СВОЙСТВА ИОНОСФЕРЫ

РЕКОМЕНДАЦИЯ 532

МОДИФИКАЦИЯ ИОНОСФЕРЫ ИЗЛУЧЕНИЯМИ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

(Исследовательская программа 28F/6)

(1978)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

(a) что была давно обнаружена возможность возникновения кросс-модуляции при воздействии на ионосферу НЧ и СЧ сигналов, создающих большую плотность потока мощности (см. Отчет 574);

(b) что в настоящее время наглядно показано, что в результате высокой плотности потока мощности в ионосфере в диапазоне частот примерно от 2 до 12 МГц, особенно при высоких углах излучения и на частотах, вплотную примыкающих снизу к основным МПЧ слоев при почти вертикальном падении, может произойти изменение свойств ионосферы, в частности, в области F; и что при этом могут создаваться условия для распространения радиоволн на частотах приблизительно до 400 МГц на расстоянии до 4000 км (Отчет 728);

(c) что если администрации не предпримут мер против продолжения роста мощности передатчиков, то ионосфера может претерпеть существенные изменения, которые в результате могут привести к ухудшению приема для служб, как использующих ионосферу в качестве среды распространения радиоволн, так и основанных на приземном распространении ОВЧ,

ЕДИНОДУШНО РЕКОМЕНДУЕТ,

1. чтобы было обращено внимание на необходимость сведения до минимума чрезмерных плотностей потока мощности на ионосферных высотах на частотах приблизительно до 12 МГц и были предприняты соответствующие меры;
 2. чтобы при рассмотрении средств, способных создавать такие высокие плотности потока мощности, принималась во внимание информация, содержащаяся в Отчетах 574 и 728;
 3. чтобы администрации продолжали исследования этих эффектов.
-

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

РАЗДЕЛ 6В: РАДИОПОМЕХИ

РЕКОМЕНДАЦИЯ 372-5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ПО РАДИОПОМЕХАМ

(Вопрос 29/6)

(1951—1953—1956—1959—1963—1974—1978—1982—1986—1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

(a) что Отчет 322 (Женева, 1963 г.) был основан на данных, полученных на сети из 16 регистрирующих станций в период с июля 1957 г. по октябрь 1961 г., и что с незначительными изменениями он был переиздан в качестве Отчета 322-2 (Женева, 1982 г.);

(b) что Всемирная административная радиоконференция (ВАКР-79), признавая наличие значительного количества дополнительных данных, приняла Рекомендацию № 68, в которой содержится просьба к МККР о содействии и помощи началу дополнительных исследований радиопомех и рекомендация администрациям о продолжении обеспечения быстрого распространения данных о помехах и связанных с этим прогнозов;

(c) что Временной Рабочей группе 6/2 (Решение 21) было поручено пересмотреть Отчет 322-2 (Женева, 1982 г.) и что пересмотренная версия последнего — Отчет 322-3 (Дубровник, 1986 г.) — была впоследствии одобрена;

(d) что Вторая сессия Всемирной административной радиоконференции по планированию полос ВЧ, распределенных радиовещательной службе, приняла для использования величины уровней атмосферных радиопомех, основанные на Отчете 322-2 (Женева, 1982 г.);

(e) что дополнительная информация по измерению радиопомех и использованию данных о помехах содержится в Отчетах 254 и 1151;

(f) что Мнение 85 призывает администрации проводить измерения атмосферных радиопомех, анализ результатов измерений и оценить практические результаты применения информации о помехах,

ЕДИНОДУШНО РЕКОМЕНДУЕТ,

чтобы при оценке интенсивности и/или других характеристик промышленных и естественных радиопомех использовалась информация, содержащаяся в Отчетах 258, 322, 342, 670 и 720, до поступления новой информации, оправдывающей пересмотр этих Отчетов.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

РАЗДЕЛ 6С: ИОНОСФЕРНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН И ОПЕРАТИВНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

РЕКОМЕНДАЦИЯ 373-6*

ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ И МИНИМАЛЬНЫХ ЧАСТОТ ПЕРЕДАЧИ

(Вопрос 25/6)

(1959–1963–1966–1970–1974–1978–1982–1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ

различие требований прогностических служб, научных работников и эксплуатационного персонала к определениям максимальной и минимальной частот передачи,

ЕДИНОДУШНО РЕКОМЕНДУЕТ использовать следующие определения:

1. *рабочая МПЧ* или просто *МПЧ* — наивысшая частота, позволяющая осуществлять при распространении сигнала посредством ионосферы работу радиoliniи с приемлемым качеством между заданными конечными пунктами в данное время при конкретных условиях эксплуатации;

наименьшая применимая частота (НПЧ) — наинизшая частота, позволяющая осуществлять при распространении сигнала посредством ионосферы работу радиoliniи с приемлемым качеством между заданными конечными пунктами в данное время при конкретных условиях эксплуатации.

Примечание 1. — Приемлемое качество работы может, например, выражаться через максимальный коэффициент ошибок или требуемое отношение сигнал/шум.

Примечание 2. — Конкретные условия эксплуатации могут включать в себя такие факторы, как типы антенн, мощность передатчика, класс излучения и необходимая скорость передачи информации;

2. *основная МПЧ* — наивысшая частота, на которой радиоволна может распространяться между заданными конечными пунктами при определенных обстоятельствах путем ионосферной рефракции.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

1. *Оптимальная рабочая частота (ОРЧ или FOT)* — нижняя дециль суточных значений рабочей МПЧ в данное время за определенный период, обычно месяц, то есть — это частота, которая превышает рабочую МПЧ в течение 90% времени определенного периода.

2. Если основная МПЧ относится только к конкретному способу ионосферного распространения, то ее величины могут сопровождаться указанием на этот способ (например, 1E МПЧ, 2F2 МПЧ).

Если имеется в виду необыкновенная составляющая волны, то это указывается в обозначении (например, 1F2 МПЧ (X)). Отсутствие специального указания на магнитоионную составляющую означает, что приводимая величина относится к обыкновенной волне.

Иногда полезно обозначить расстояние вдоль земной поверхности, к которому относится основная МПЧ. Эта величина указывается в километрах вслед за обозначением способа распространения (например, 1F2 (4000) МПЧ (X)).

* Директору МККР поручается довести эту Рекомендацию до сведения Международного научного радиосоюза (URSI), 3, 7, 8, 10-й Исследовательских комиссий и CCV.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 313-6

**ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ ДЛЯ КРАТКОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ
И ПЕРЕДАЧА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЙ ОБ ИОНОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЯХ**

(Вопрос 27/6)

(1951–1959–1966–1974–1978–1982–1986–1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

что для некоторых служб радиосвязи было бы полезно иметь как можно более ранние предупреждения о вероятном начале нарушений ионосферного распространения радиоволн,

ЕДИНОДУШНО РЕКОМЕНДУЕТ,

1. чтобы каждая страна, принимающая участие в исследованиях распространения радиоволн, назначила официальную организацию, полномочную принимать, координировать и обменивать информацию, необходимую для составления краткосрочных прогнозов, и взаимодействовать с соответствующими организациями других стран;
2. чтобы такая информация направлялась указанными организациями посредством наиболее прямой электросвязи;
3. чтобы данные, необходимые для краткосрочного прогнозирования на ближайшие 48 часов, передавались в соответствии с решениями Международной Службы Урсиграмм и Мировых Дней (IUWDS) по соответствующим каналам связи, а другие данные распространялись обычной или воздушной почтой или, согласно запросам, по радио, или посредством других быстрых видов связи и чтобы краткие регулярные передачи с краткосрочными предупреждениями об ионосферных возмущениях осуществлялись радиостанциями большого радиуса действия;
4. чтобы коды, используемые для упомянутых выше целей связи и распространения данных, были полностью стандартизованы в соответствии с решениями и акциями IUWDS;
5. чтобы администрациям и эксплуатационным организациям, пользующимся указанными услугами, было предложено для оценки точности прогнозов провести их сравнение с действительной работой радиолиний, а также предоставлять записи и вносить любые предложения, которые могли бы содействовать исследованиям, принимаемым с целью улучшения используемых методов;
6. чтобы на базе работ по тематике Вопросы 27/6 был принят общий способ описания ионосферных возмущений и вариаций для установления корреляции с прогнозами и работой действующих радиослужб;
7. чтобы администрации, предоставившие средства для быстрого обмена информацией в соответствии с IUWDS, сохранили эти средства и при необходимости расширили их в будущем.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

**НАЛИЧИЕ ОСНОВНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН
И ОБМЕН ЭТИМИ ДАННЫМИ****1. Введение**

Распространение радиосигналов в диапазоне от 3 до 30 МГц возможно практически на любые расстояния, за исключением самых коротких, главным образом благодаря отражениям радиоволн от ионосферы и земной поверхности, вследствие чего они испытывают малое затухание. Для данной линии связи удовлетворительные результаты в общем могут быть получены, если рабочая частота находится в интервале между нижней (НПЧ) и верхней (рабочей МПЧ) предельными частотами, которые определяются характеристиками ионосферы. Найдено, что для некоторых систем связи с большой пропускной способностью рабочий диапазон частот еще более ограничен.

В связи с тем, что можно использовать только ограниченный диапазон частот, желательно как можно ранее получать сведения о вероятных значениях этих верхних и нижних предельных частот, а также краткосрочные прогнозы и предупреждения о возмущениях. В совокупности эти долгосрочные и краткосрочные прогнозы, а также предупреждения о возмущениях обеспечивают планирующий и обслуживающий персонал информацией, которая может быть учтена в целях наиболее экономного использования ограниченных ресурсов оборудования и частотного спектра. Прогнозы на длительный и средний периоды отражают характерные ионосферные условия и поэтому они весьма полезны обслуживающему персоналу, так как предупреждают его о грозящих ионосферных возмущениях, что позволяет переориентировать обмен на другую трассу, заблаговременно выпустить инструкции о временных изменениях нормально используемых рабочих частот и оценить в зависимости от состояния ионосферы характеристики других систем.

2. Имеющиеся данные для прогнозов распространения радиоволн

2.1 Долгосрочные прогнозы

В настоящее время организации некоторых стран составляют прогнозы ионосферных условий и ионосферных индексов с заблаговременностью от одного до двенадцати месяцев (см. таблицу I); применительно к целям общего планирования некоторыми организациями разрабатываются также прогнозы на полный цикл солнечной активности. Эти прогнозы относятся к характерным ионосферным условиям. Обычно информация публикуется в виде карт, применимых к любой части земного шара и доступных для обмена между организациями, участвующими в этой службе.

2.2 Прогнозы возмущений

В настоящее время организации некоторых стран составляют прогнозы ионосферных возмущений с заблаговременностью от нескольких часов до двадцати семи дней (см. таблицу I). Эти прогнозы являются дополнением к долгосрочным прогнозам, поскольку возникновение ионосферных возмущений, которое нельзя предсказать на длительный срок вперед, способно значительно повлиять на диапазон частот, где может поддерживаться на удовлетворительном уровне работа конкретной линии. Эксплуатационные организации проявили такой интерес к этим краткосрочным прогнозам, что они сейчас регулярно передаются по радио по определенному расписанию (см. таблицу I).

2.3 Рабочие документы для долгосрочных прогнозов

При составлении прогнозов для любой части земного шара источником данных об основной МПЧ и ОРЧ является Атлас ионосферных характеристик МККР — Отчет 340 и прогноз среднего за 12 месяцев скользящего числа солнечных пятен R_{12} .

3 Обмен основными данными, используемыми для составления краткосрочных прогнозов

3.1 В течение многих лет научная информация, представляющая интерес для тех, кто имеет дело с ионосферными прогнозами и возмущениями, передается рядом стран в программах, известных под названием "Урсиграммы". Начиная с 1962 г. Международной Службой Урсиграмм и Мировых Дней (IUWDS) (постоянная служба URSI совместно с IAU и IUGG, примыкающими к Федерации Астрономических и Геофизических Служб) эти данные оперативно собираются, координируются и обмениваются посредством соответствующих синоптических обменных кодов. Этими программами обеспечивается обмен сводной информацией, необходимой в течение 48 часов после ее сбора, для подготовки краткосрочных прогнозов и для других срочных целей. Такие обмены осуществляются по региональным сетям, состоящим из обсерваторий, лабораторий, организаций связи и региональных центров. В свою очередь, региональные центры раз в сутки обмениваются сводной информацией относительно солнечных вспышек, внезапных ионосферных возмущений, солнечной короны и радиоизлучений, солнечных пятен, ионосферной и магнитной активности, а также прогнозами. Региональные центры предупреждений (RWC) в Австралии, Франции, Федеративной Республике Германии, Японии и СССР и ассоциированные региональные центры в Социалистической Республике Чехословакии, Индии и Польской Народной Республике собирают данные в своих регионах и направляют их по телеграфу Всемирному Агентству Предупреждений IUWDS (в Боулдере, Колорадо, США), в котором собираются также данные по своему региону. Имея сообщения других центров, Всемирное Агентство Предупреждений IUWDS принимает окончательные решения, следует или нет объявлять всемирную ГЕОФИЗИЧЕСКУЮ ТРЕВОГУ (публикуемую непосредственно после появления или начала исключительного солнечного или геофизического явления) — период, в течение которого многочисленные геофизические станции проводят специальные программы наблюдений. Эти решения распространяются по всему миру научным станциям, участвующим в программе, различными средствами быстрой связи, в частности через метеорологические телетайпные сети, координируемые WMO.

3.2 Через различные региональные центры происходит обмен данными о солнечных вспышках, солнечной короне, солнечном радиоизлучении, космических лучах, критических частотах ионосферы, ионосферных возмущениях, земном магнетизме и характеристиках распространения радиоволн. Данные собираются и передаются в простых синоптических кодах. Буклеты с кодами можно получить у д-ра Р. Томпсона, Председателя Руководящего Комитета IUWDS, по адресу: IPS Radio and Space Services, P.O. Box 702, Darlinghurst 2010, New South Wales, Australia, или г-на Г. Хекмана, Секретаря по Урсиграммам Руководящего Комитета IUWDS, по адресу: NOAA, Boulder, Colorado 80303, USA. Сведения о региональных центрах, где можно выяснить подробности относительно данных и расписания передач и отчетов, содержатся в части Е Синоптических Кодов IUWDS для Солнечных и Геофизических Данных, третье пересмотренное издание, 1973 г.

3.3 В таблице I перечислены централизованные организации, назначенные для приема, координации и обмена информацией, относящейся к распространению радиоволн.

ТАБЛИЦА 1 – Перечень организаций, связанных с обменом данными и выпускающих прогнозы условий распространения радиоволн и ионосферных индексов

- A:** агентство для общего обмена информацией по распространению радиоволн.
- RC:** региональный центр IUWDS для быстрого обмена данными, необходимыми для краткосрочных прогнозов возмущений.
- L:** организация, выпускающая долгосрочные прогнозы. Указан период заблаговременности (в месяцах), на который разрабатываются прогнозы.
- S:** организация, выпускающая краткосрочные прогнозы о возмущениях.
- I:** организация, выпускающая долгосрочные прогнозы ионосферных индексов. Указан период заблаговременности (в месяцах), на который разрабатываются прогнозы.

Страна	Организация	Адрес	A	RC	L	S	I
Федеративная Республика Германии	Deutsche Bundespost TELEKOM Forschungsinstitut	Deutsche Bundespost, TELEKOM Forschungsinstitut Postfach 5000 D 6100 Darmstadt Telex: 419209 Telefax: +49 6151 834570	x	x	3	x	
Аргентина	LIARA	LIARA Av. Libertador No. 327 1638 Vicente López, (B.A.)	x		6		
Австралия	IPS	IPS Radio and Space Services P.O. Box 1548 Chatswood 2057 Telex: AA 20663 Telefax: +61 2 414 8340		x	3	x	12
Бельгия		Chef du service du Rayonnement Institut royal météorologique 3, Avenue Circulaire, Uccle, Brussels	x				
Бразилия	CTA/ITA	Centro técnico Aeroespacial São José dos Campos São Paulo	x		1		
	I.Pg.M.	Instituto de Pesquisas da Marinha Ministério da Marinha Rio de Janeiro			1		
Канада	Department of Communications	Telecommunications Regulatory Service Engineering Support Division 1241 Clyde Avenue Ottawa, Ontario	x				
Китайская Народная Республика	CRIRP	China Research Institute of Radiowave Propagation P.O. Box 138 Xinxiang, Henan Telex: Xinxiang 2525	x			x	12
Испания		Dirección General de Telecomunicaciones, Madrid	x				

ТАБЛИЦА I (продолжение)

Страна	Организация	Адрес	A	RC	L	S	I
Соединенные Штаты	NOAA Environmental Research Laboratories	Space Environment Services Center NOAA R/E/SE2 325 Broadway Boulder, Colorado 80303 Telex: 888776	x	x		x ⁽¹⁾	
	NOAA Environmental Data and Information Services	World Data Center A for Solar-Terrestrial Physics NOAA E/GC2 325 Broadway Boulder, Colorado 80303			6 см. Примечание		
	National Telecommunications and Information Administration	Institute for Telecommunication Sciences 325 Broadway Boulder, Colorado 80303	x				
Франция	CNET	Service des Ursigrammes Observatoire de Paris F-92190 Meudon Telex: 200590	x	x		x	
		Service des Prévisions Ionosphériques CNET 2, route de Trégastel B.P.40 F-22301 Lannion Cedex Telex: 950327	x		3	x	
Индия	Council of Scientific and Industrial Research	The Secretary Radio Research Committee National Physical Laboratories Hillside Road, New Delhi, 12	x	x	6		
	India Meteorological Department	Kodaikanal Observatory				x	
	All India Radio	Research Department, All India Radio Indraprastha Estate, New Delhi-1	x				
Израиль	Radio Observatory	P.O. Box 911 Haifa 31008	x		1		
Италия		Istituto Nazionale di Geofisica Reperto Ionosferico Via di Villa Ricotti 42 00161 Rome Telex: 625835 Telefax: 06-429040	x		3		
Япония	CRL	Communications Research Laboratory Ministry of Posts and Telecommunications 2-1, Nukui-kita-machi, 4-chome Koganeishi, Tokyo, 184 Telex: 2832611	x	x		x ⁽²⁾	

⁽¹⁾ Солнечная и геофизическая информация, передаваемая станцией WWV.

⁽²⁾ Предупреждения, передаваемые станцией JJY.

Примечание. — Мировой Центр Данных А по Солнечно-Земной Физике принимает и распространяет ионосферные данные из нескольких географических районов, не представленных непосредственно членством в МСЭ.

ТАБЛИЦА I (продолжение)

Страна	Организация	Адрес	A	RC	L	S	I
Мексика	SCT	Dirección General de Telecomunicaciones Estación de sondeo ionosferico Xola y Universidad, Mexico, (12) DF	x				
Нидерланды	PTT	Afdeling "Ionosfeer en Radioastronomie" St. Paulus St. 4, Leidschendam	x				
Польская Народная Республика	Polish Academy of Sciences Space Research Centre	Helio-Geophysical Prediction Service Polish Academy of Sciences Space Research Centre Ordonia 21 01-293, Warsaw Télex: 815670 cbkpl		x		x	
Германская Демократическая Республика	RFZ	Rundfunk- und Fernsehtechnisches Zentralamt Berlin-Adlershof, Agastrasse Telex: 0158720	x		3		
	HHI	Heinrich-Hertz-Institut für solar-terrestrische Physik Juliusruh/Rügen Télex: 318422	x x			x	
Соединенное Королевство	Rutherford Appleton Laboratory	World Data Centre CI/STP Rutherford Appleton Laboratory Chilton, Didcot Oxfordshire, OX11 0QX Telex: 83159	x				12
	GEC-marconi Research Centre	GEC-Marconi Research Centre West Hanningfield Road Great Baddow Chelmsford Essex CM2 8 HN Telex: 995016 Telefax: +44 245 75244			6	x	
Южно-Африканская Республика	CSIR	National Institute for Telecommunications Research 18a Gill Street P.O. Box 3718 Observatory Johannesburg, 2000	x		1		
Швеция		Swedish Telecom Radio S-13680 Haninge Telex: 14970 Telefax: 7074684	x		3		
Чехословацкая Социалистическая Республика		Geophysical Institute Academy of Sciences Boční 2, 14100 Praha 4, Spořilov		x			
СССР	Hydrometeorological Service	Hydrometeorological Service Institute of Applied Geophysics Moscow	x	x	3	x ⁽³⁾	

(3) Предупреждения, передаваемые станциями RDZ и RND.

РАЗДЕЛ 6D— ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИОНОСФЕРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН
НА ЧАСТОТАХ НИЖЕ ПРИБЛИЗИТЕЛЬНО 1,6 МГц

РЕКОМЕНДАЦИЯ 435-6*

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ
ВОЛНЫ В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ МЕЖДУ 150 И 1600 кГц

(Исследовательская программа 31D/6)

(1966—1970—1974—1978—1982—1986—1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

- (a) что имеется необходимость в руководстве для инженеров, занимающихся планированием радиовещательных служб в диапазонах НЧ и СЧ;
- (b) что для исключения помех вследствие дальнего ионосферного распространения радиоволн важно определить минимальный географический разнос станций, работающих в совмещенных или соседних частотных каналах;
- (c) что метод, изложенный в Приложении I, основан на статистическом анализе измерений напряженности поля на 226 трассах, распределенных по земному шару, дополненном результатами анализа для географических районов, где не имеется данных для конкретных трасс,

РЕКОМЕНДУЕТ,

чтобы метод, изложенный в Приложении I, был принят для временного использования с учетом отдельных предостережений относительно точности его применения к установленным там определенным районам.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ВОЛНЫ
В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ ОТ 150 ДО 1600 кГц

Перечень
обозначений

- A: Параметр, определенный в § 2.
- b: Коэффициент, учитывающий солнечную активность, приведенный в § 2.6.
- d: Расстояние по земной поверхности между передатчиком и приемником (км).
- E: Годовое медианное значение напряженности поля для данной симомотивной силы (с.м.с.) V в данное время t относительно, в зависимости от обстоятельств, захода или восхода солнца (дБ (мкВ/м)).
- E_0 : Годовое медианное значение напряженности поля в эталонное время, определенное в § 2 (дБ (мкВ/м)).
- f : Частота (кГц).
- G_0 : Усиление за счет влияния моря при расположении терминала на побережье (дБ).
- G_H : Коэффициент усиления передающей антенны в горизонтальной плоскости (дБ).
- G_S : Усиление за счет влияния моря при расположении терминала поблизости от моря (дБ).
- G_V : Коэффициент усиления передающей антенны в вертикальной плоскости (дБ).
- h : Высота передающей антенны (рис. 1).

* Администрация Китайской Народной Республики резервирует свое мнение относительно данной Рекомендации.

- I : Угол магнитного наклонения, С или Ю (градусы).
 k, k_R : Коэффициенты потерь, данные в § 2.6.
 L_p : Добавочные потери за счет деполяризации (дБ).
 L_t : Часовой коэффициент потерь (дБ).
 P : Излучаемая мощность (дБ (1 кВт)).
 p : Наклонная дальность распространения (км).
 Q_1, Q_2 : Параметры усиления за счет влияния моря, данные в § 2.3.
 R : Сглаженное за двенадцать месяцев международное относительное число солнечных пятен.
 r_1, r_2 : Параметры, определенные в § 2.3.
 s_1 : Удаление терминала от моря, измеренное по дуге большого круга (км).
 s_2 : Удаление терминала от следующего участка суши, измеренное по дуге большого круга (км).
 t : Время относительно захода или восхода солнца (часы).
 V : Симомотивная сила передатчика (дБ (300 В)).
 θ : Направление распространения относительно геомагнитной линии восток–запад (градусы).
 λ : Длина волны.
 Φ : Параметр, зависящий от геомагнитной широты.
 Φ_T : Геомагнитная широта передатчика
 Φ_R : Геомагнитная широта приемника
- (градусы, положительные в северном полушарии,
отрицательные в южном полушарии).

1. Введение

Данный метод прогнозирования предназначен для определения напряженности поля пространственной волны в ночное время, создаваемого излучениями данной мощности от одной или нескольких вертикальных антенн, при измерении на уровне земли посредством рамочной антенны, ориентированной в вертикальной плоскости вдоль дуги большого круга по направлению на передатчик. Он применяется в диапазонах НЧ и СЧ для трасс протяженностью до 12 000 км. Однако на НЧ проверка метода проводилась лишь на расстояниях до 5000 км. Точность прогноза не одинакова для различных районов и в некоторых районах может быть повышена применением вариантов метода, указанных в § 6. В любом случае необходимо проявлять осторожность при использовании метода на геомагнитных широтах свыше 60° .

На рис. 1, 2 и 3 показана основная часть метода прогнозирования. Для удобства геомагнитные карты включены в рис. 11, 12 и 16. На остальных рис. 4–10, 13–15, 17 и в Дополнении I к Приложению I содержится дополнительная информация для упрощения использования данного метода.

2. Годовые медианные значения напряженности поля в ночное время

Прогнозируемая величина напряженности поля пространственной волны дается выражением:

$$E = V + E_0 - L_t = V + G_S - L_p + A - 20 \log p - 10^{-3} k_R p - L_b \quad (1)$$

где:

- E : годовая медиана получасовых медианных значений напряженности поля (дБ (мкВ/м)) для данной симомотивной силы передатчика V в данное время t относительно, в зависимости от обстоятельств, захода или восхода солнца,
 E_0 : годовая медиана получасовых медианных значений напряженности поля (дБ (мкВ/м)) для симомотивной силы передатчика 300 В в эталонное время, определенное в § 2.1,
 V : симомотивная сила передатчика, дБ, выше эталонная симомотивная сила 300 В (см. § 2.2),
 G_S : поправка на усиление за счет влияния моря (дБ), (см. § 2.3),
 L_p : добавочные потери за счет деполяризации (дБ), (см. § 2.4),
 A : $106,6 - 2 \sin \Phi$, где Φ определяется уравнением (12),
 p : наклонная дальность распространения (км), (см. § 2.5),
 k_R : коэффициент потерь, учитывающий влияние ионосферного поглощения, фокусировки и потерь в терминалах, а также межскачковые потери на многоскачковых трассах (см. § 2.6),
 L_t : часовой коэффициент потерь (дБ), (см. § 2.7).

Для облегчения расчетов на рис. 4 представлена зависимость величины $A - 20 \log p$ для $\Phi = 40^\circ$ от расстояния d вдоль земной поверхности, а на рис. 5—10 — зависимость E_0 от расстояния d вдоль земной поверхности для различных частот и геомагнитных широт при равных нулю значениях G_S , L_p и R .

2.1 Эталонное время

Эталонным считается время через шесть часов после захода солнца в точке S на земной поверхности. Точка S находится в середине трассы, если ее длина не превышает 2000 км. На более протяженных трассах S располагается на удалении 750 км по дуге большого круга от терминала с более поздним заходом солнца. В Отчете 252 дается соотношение между расстоянием вдоль земной поверхности и географическими координатами точек на трассе.

2.2 Симомотивная сила

Симомотивная сила V определяется выражением:

$$V = P + G_V + G_H, \quad (2)$$

где:

P : излучаемая мощность, дБ (1 кВт),

G_V : коэффициент усиления передающей антенны (дБ) в вертикальной плоскости, приведенный на рис. 1,

G_H : коэффициент усиления передающей антенны (дБ) в горизонтальной плоскости. В случае направленной антенны G_H зависит от азимута. Для ненаправленной антенны $G_H = 0$.

2.3 Усиление за счет влияния моря

G_S характеризует дополнительное усиление сигнала, когда один или оба терминала располагаются вблизи моря, однако этот коэффициент не учитывается при распространении над пресной водой. G_S для одного терминала равен:

$$G_S = G_0 - c_1 - c_2 \quad \text{при} \quad (c_1 + c_2) < G_0, \quad (3)$$

$$G_S = 0 \quad \text{при} \quad (c_1 + c_2) \geq G_0, \quad (4)$$

где:

G_0 : усиление, когда терминал располагается на побережье и морское пространство не расчленено какой-либо сушей,

c_1 : поправка, учитывающая удаление терминала от моря,

c_2 : поправка, учитывающая ширину одного или нескольких проливов или наличие островов.

Если оба терминала располагаются вблизи моря, то G_S представляет собой сумму величин для каждого отдельного терминала.

На рис. 2 представлена зависимость G_0 от d в диапазонах НЧ и СЧ. На СЧ $G_0 = 10$ дБ при $d > 6500$ км.

Поправка c_1 дается выражением:

$$c_1 = \frac{s_1}{r_1} G_0, \quad (5)$$

где:

s_1 : удаление терминала от моря, измеренное по дуге большого круга (км),

$r_1 = 10^3 G_0^2 / Q_1 f$ (км),

f : частота (кГц),

$Q_1 = 0,30$ на НЧ и $1,4$ на СЧ.

Поправка c_2 дается выражениями:

$$c_2 = \alpha G_0 \left(1 - \frac{s_2}{r_2}\right) \quad \text{при} \quad s_2 < r_2, \quad (6)$$

$$c_2 = 0 \quad \text{при} \quad s_2 \geq r_2, \quad (7)$$

где:

s_2 : удаление терминала от следующего участка суши, измеренное по дуге большого круга (км),

$r_2 = 10^3 G_0^2 / Q_2 f$ (км),

$Q_2 = 0,25$ на НЧ и $1,2$ на СЧ,

α : относительная доля суши на участке трассы от r_2 до s_2 ($0 < \alpha \leq 1$).

Если применяется ЭВМ, но банк данных о местности для вычисления α отсутствует, то следует положить α равным $0,5$, что означает наличие равной доли суши и моря на участке трассы от r_2 до s_2 .

Для облегчения расчетов на рис. 14а приведены значения r_1 — наибольшего удаления от моря, а на рис. 14б — значения r_2 — наибольшего расстояния до следующего участка суши, для которого требуется вводить поправку c_2 . Эти величины приводятся для различных частот.

2.4 Потери за счет деполяризации

L_p характеризует добавочные потери за счет деполяризации. В диапазоне НЧ $L_p = 0$. В диапазоне СЧ для одного терминала L_p определяется одной из двух следующих формул:

$$\text{Если } I \leq 45^\circ : L_p = 180 (36 + \theta^2 + I^2)^{-1/2} - 2 \quad \text{дБ.}$$

$$\text{Если } I > 45^\circ : L_p = 0, \quad (8)$$

где I — магнитное наклонение С или Ю, в градусах, в точке размещения терминала и θ — азимут трассы в градусах, измеренный относительно магнитного направления восток–запад, так что $|\theta| \leq 90^\circ$. Ввиду того, что двум терминалам могут соответствовать разные величины θ и I , L_p следует вычислять отдельно для каждого из них и затем суммировать. При определении θ и I следует использовать наиболее точные из имеющихся величин магнитного наклонения и склонения (см., например, рис. 11 и 12).

На рис. 13 приведены величины L_p , вычисленные из уравнения (8).

2.5 Дальность наклонного распространения

Для трасс протяженностью свыше 1000 км p приблизительно равно расстоянию вдоль земной поверхности d (км). Для более коротких трасс

$$p = (d^2 + 40\,000)^{1/2} \quad (9)$$

Уравнение (9) может использоваться с пренебрежимо малой погрешностью для трасс любой протяженности. Его следует применять во всех случаях, когда рассматриваются расстояния как меньшие, так и большие 1000 км, чтобы избежать разрывов в зависимости напряженности поля от расстояния.

2.6 Коэффициент потерь

Коэффициент потерь k_R определяется выражением:

$$k_R = k + 10^{-2} bR, \quad (10)$$

где R = сглаженному за двенадцать месяцев международному относительному числу солнечных пятен. В диапазоне НЧ $b = 0$. В диапазоне СЧ $b = 4$ для трасс в Северной Америке, 1 для Европы и Австралии и 0 в остальной части мира.

Коэффициент основных потерь k дается выражением:

$$k = 3,2 + 0,19 f^{0,4} \tan^2 (\Phi + 3), \quad (11)$$

где f — частота (кГц). Если $\Phi > 60^\circ$, уравнение (11) вычисляется для $\Phi = 60^\circ$. Если $\Phi < -60^\circ$, уравнение (11) вычисляется для $\Phi = -60^\circ$. Величины k , вычисленные согласно этим правилам по уравнению (11), приведены на рис. 15.

Для трасс короче 3000 км:

$$\Phi = 0,5 (\Phi_T + \Phi_R), \quad (12)$$

где Φ_T и Φ_R — геомагнитные широты пунктов расположения соответственно передатчика и приемника, определяемые из дипольной модели поля с расположением диполя в центре Земли и географическими координатами северного полюса $78,5^\circ \text{N}$, 69°W . Уравнения для Φ_T и Φ_R приводятся на рис. 16. Φ_T и Φ_R считаются положительными в северном полушарии и отрицательными — в южном. Трассы, превышающие 3000 км, делятся на два равных участка, которые рассматриваются самостоятельно. За величину Φ для каждой половины принимается среднее значение геомагнитных широт одного из терминалов и средней точки всей трассы; геомагнитная широта средней точки трассы в целом равна среднему из Φ_T и Φ_R . Следовательно:

$$\Phi = (3\Phi_T + \Phi_R)/4 \text{ для первой половины трассы и} \quad (13)$$

$$\Phi = (\Phi_T + 3\Phi_R)/4 \text{ для второй половины.} \quad (14)$$

Величины k , найденные из уравнения (11) для двух половин трассы, затем усредняются и используются в уравнении (10).

2.7 Часовой коэффициент потерь

График часового коэффициента потерь L_t приводится на рис. 3. Время t отсчитывается в часах относительно эталонного времени восхода или захода солнца в зависимости от обстоятельств. За последнее принимается время на поверхности земли в средней точке трассы для $d < 2000$ км, а для более протяженных трасс — на расстоянии 750 км от терминала с более поздним заходом или более ранним восходом солнца. Уравнения, аппроксимирующие в общих чертах эти уравнения с точностью в пределах 0,5 дБ, приводятся в § 1 Приложения I. На рис. 3 представлены средние годовые величины суточных вариаций. В диапазоне НЧ их следует применять с осторожностью вследствие значительных сезонных вариаций, особенно в умеренных широтах.

На рис. 17 показано время восхода и захода солнца для ряда географических широт. Уравнения, эквивалентные данным кривым восхода и захода, приводятся в § 2 Приложения I.

3. Ежесуточные вариации и вариации с короткими периодами напряженности поля в ночное время

Величина напряженности поля, превышаемая в течение 10% общего времени коротких выборок с центром в определенные часы для ряда ночей данного сезона,

на 6,5 дБ выше в диапазоне НЧ,

на 8 дБ выше в диапазоне СЧ

значения E_0 , определяемого согласно § 2. В годы максимума солнечной активности могут наблюдаться и большие величины.

4. Сезонные вариации напряженности поля в ночное время

Пространственные волны диапазона СЧ при распространении ночью в области средних широт имеют наибольшую интенсивность весной и осенью и наименьшую — летом и зимой, причем летний минимум выражается более отчетливо. Полное изменение может достигать 15 дБ на самых низких частотах диапазона СЧ, уменьшаясь до 3 дБ на верхней его границе. На НЧ сезонное изменение имеет противоположную тенденцию с явно выраженным летним максимумом. На тропических широтах сезонные вариации заметно слабее.

5 Напряженность поля в дневное время

На НЧ в Европе медианное значение напряженности поля в дневные часы зимой на 10 дБ меньше величины E_0 для ночного времени, получаемой в соответствии с § 2. Летом напряженность поля в дневное время на 30 дБ меньше E_0 . Величина напряженности поля, превышаемая в течение 10% общего времени коротких выборок с центром в определенные часы для ряда дней в зимний период, на 5 дБ больше дневной медианной величины, приведенной выше.

На СЧ в Европе медианное значение напряженности поля в дневные часы зимой на 25 дБ меньше величины E_0 для ночного времени, получаемой в соответствии с § 2. Летом напряженность поля в дневное время на 60 дБ меньше E_0 .

Весной и осенью в Европе величины напряженности поля на НЧ и СЧ в дневное время занимают промежуточное положение между летними и зимними значениями.

6. Точность метода

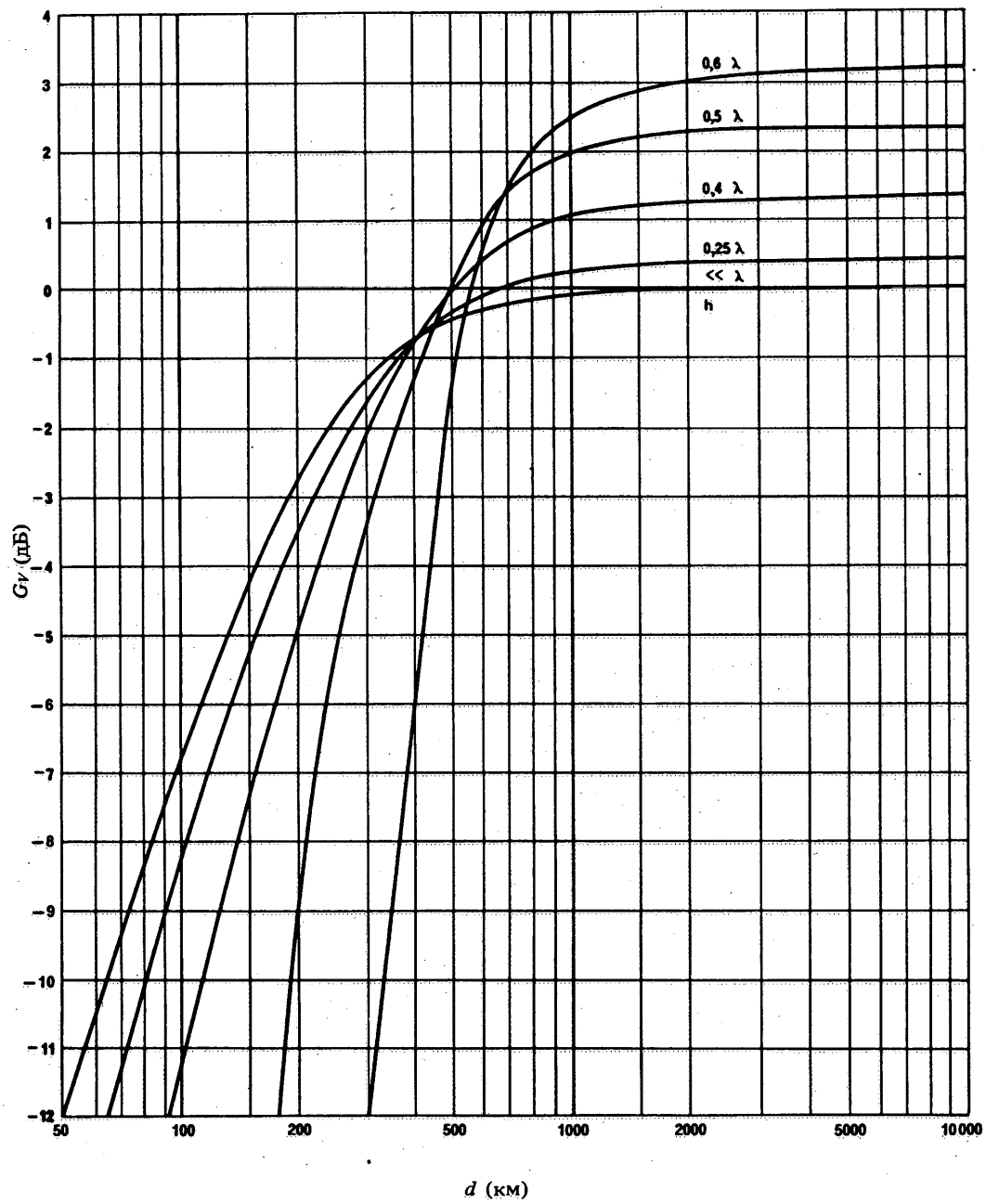
В Районе 2 МСЭ (Американский континент) точность метода можно повысить, считая эталонным время через два часа после захода солнца. Измерения в Соединенных Штатах Америки и Бразилии указывают на тенденцию увеличения напряженности поля на более высоких частотах; зависимость от частоты согласно уравнению (11) имеет противоположный характер.

Уравнение (6), описывающее изменение G_S от расстояния s_2 до следующего участка суши, выведено теоретически и поэтому его следует считать временным до получения данных измерений.

Метод обеспечивает прогноз напряженности поля, соответствующий наблюдаемым величинам, если передатчик и приемник располагаются на почве со средней проводимостью, как правило, от 3 до 10 мСм/м. В некоторых районах (см., например, Отчет 717) эффективная проводимость почвы может быть либо пониженной до 0,5 мСм/м, либо, наоборот, достигать 40 мСм/м. Если в месте расположения какого-либо терминала проводимость почвы имеет величину на порядок меньше, чем 10 мСм/м, то это может вызвать уменьшение напряженности поля до 10 дБ. Если же проводимость почвы на порядок меньше вблизи обоих терминалов, то снижение напряженности поля удвоится. Суммарное затухание зависит от протяженности трассы и имеет наибольшую величину при приближении к скользящему падению. Метод можно улучшить, вводя поправку на проводимость почвы при существенном отличии последней от проводимости среднего грунта, например используя информацию, содержащуюся в Отчетах 265 и 575.

Метод основан на предположении, что радиоволны отражаются только или преимущественно от слоя E. Однако, если $f > (f_0 E) \sec i$, где $f_0 E$ — критическая частота слоя E, а i — угол падения волны на слой E, то волна будет проникать сквозь слой E и отражаться от слоя F. С наибольшей вероятностью это может произойти на самых высоких частотах СЧ диапазона при расстояниях вдоль земной поверхности меньше 500 км, особенно поздно ночью и в период минимальной солнечной активности. Метод еще можно применять при условии, что p вычисляется для высоты отражения от слоя F, равной 220 км, а симомотивная сила рассчитывается для соответствующего угла возвышения.

Измерения, выполненные в Соединенных Штатах Америки, позволяют считать, что рис. 3 (часовой коэффициент потерь), по всей вероятности, точно отражает картину для частот около 1000 кГц в годы низкой солнечной активности. При отклонении частоты от приблизительно 1000 кГц в ту или другую сторону, особенно в переходное время суток, могут возникнуть значительные ошибки. Из этих измерений также следует, что влияние солнечной активности гораздо сильнее сказывается через два часа, чем через шесть часов после захода солнца. Таким образом, в годы высокой солнечной активности различие в величинах напряженности поля через шесть часов и через два часа после захода солнца может быть значительно большим, чем это следует из рис. 3.

РИСУНОК 1 – Коэффициент усиления передающей антенны в виде одиночного монополя (G_v) h : высота антенны

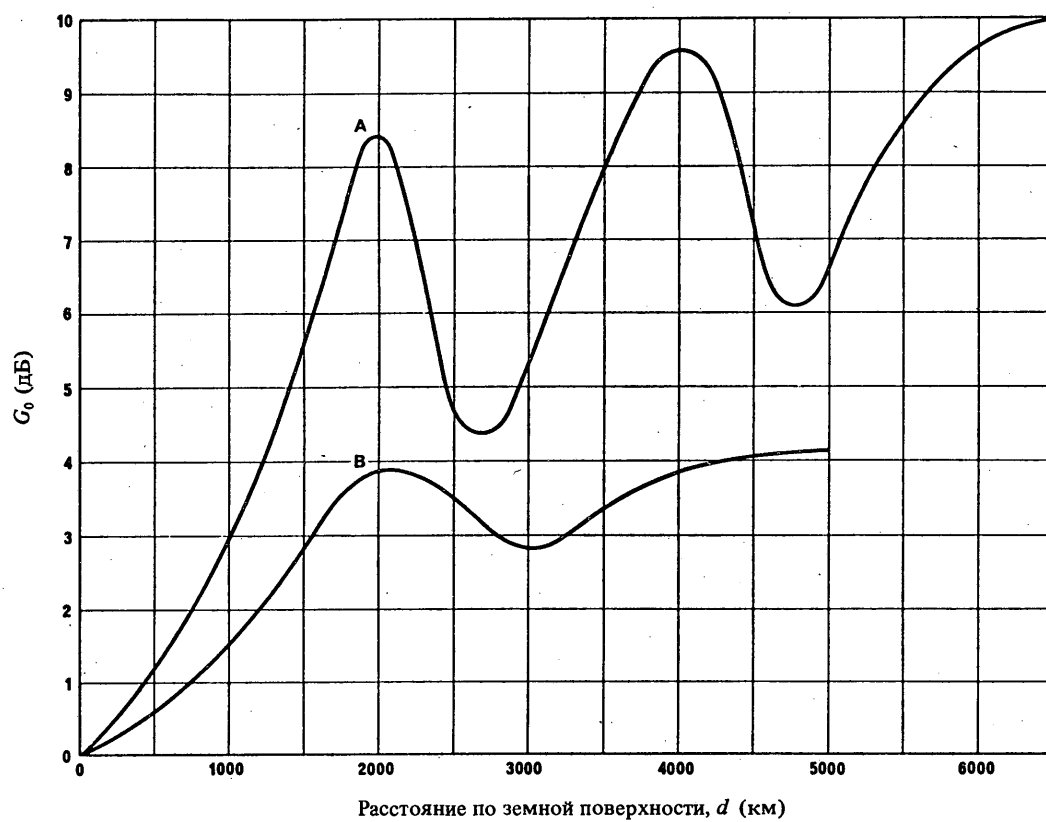


РИСУНОК 2 – Усиление вследствие влияния моря (G_0) при расположении одного из терминалов на морском берегу

А: диапазон СЧ В: диапазон НЧ

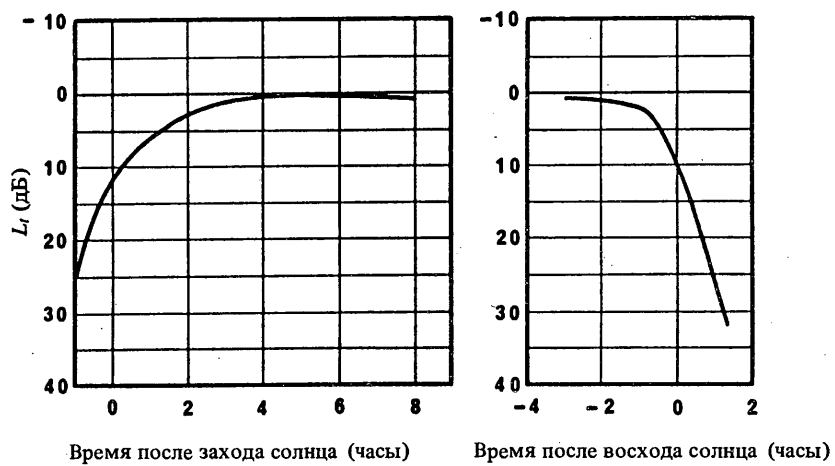
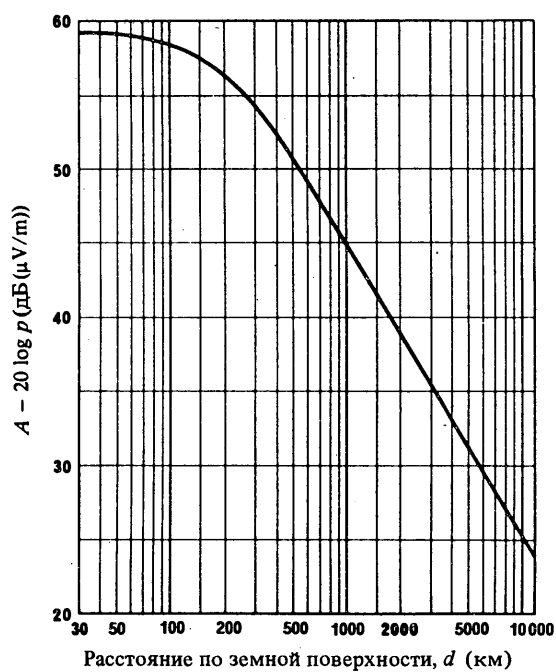
РИСУНОК 3 – Часовой коэффициент потерь (L_r)

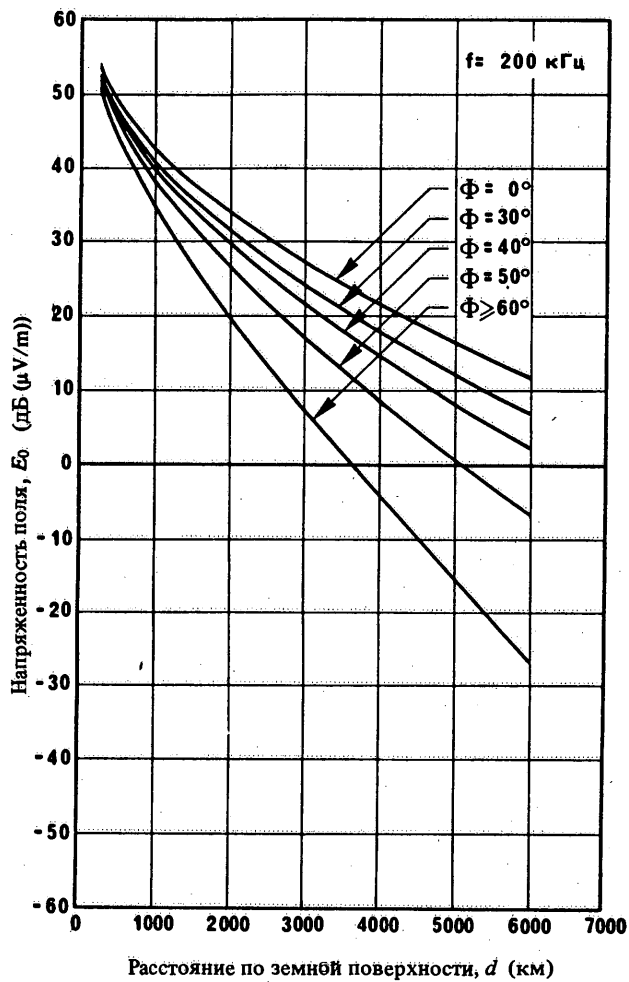
РИСУНОК 4 – Основная напряженность поля

Кривая соответствует $A - 20 \log p$

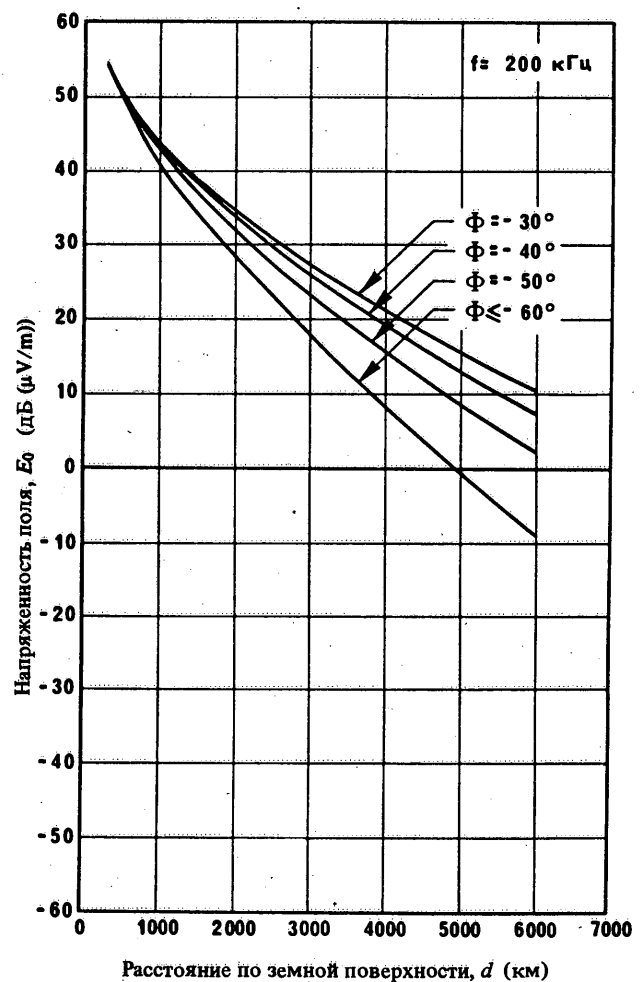
при $A = 106,6 - 2 \sin \Phi$

$\Phi = 40^\circ$

$p = (d^2 + 40\,000)^{1/2}$

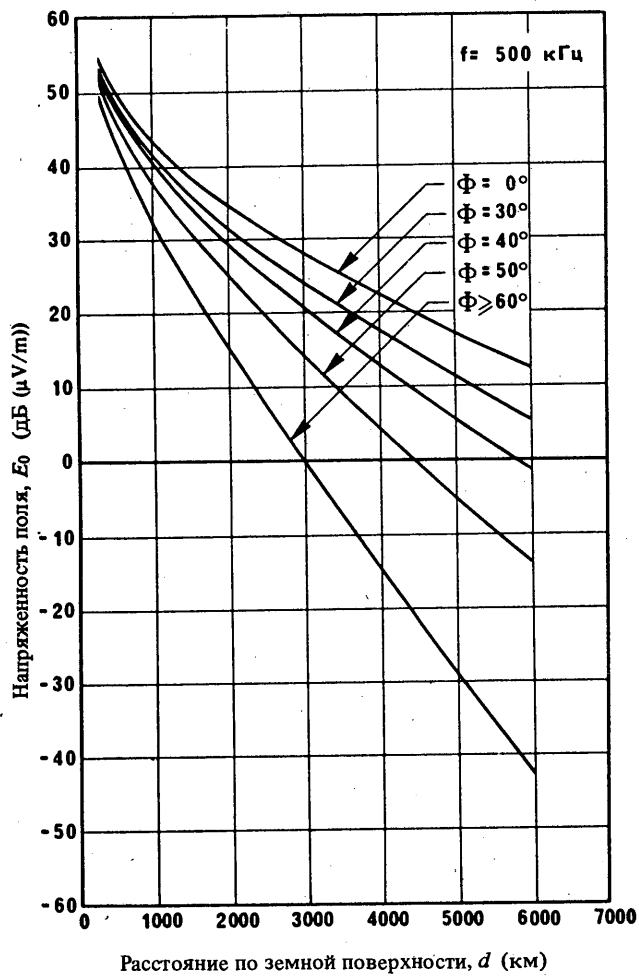


(a) Северное полушарие
(Φ положительная)

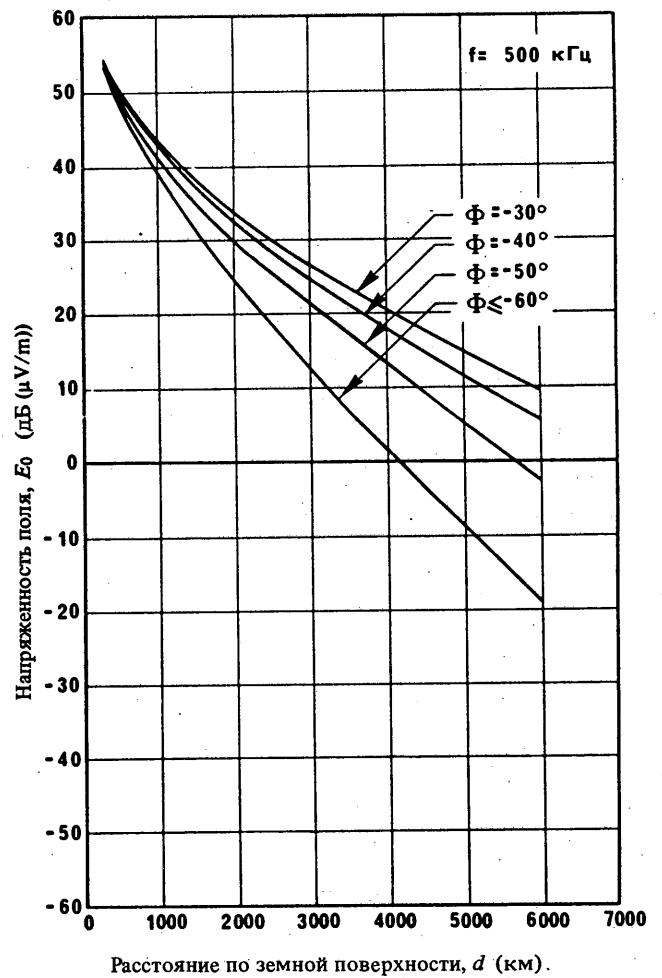


(b) Южное полушарие
(Φ отрицательная)

РИСУНОК 5 – Кривые E_0 для частоты 200 кГц и постоянных геомагнитных широт при равных нулю величинах G_s , L_p и R

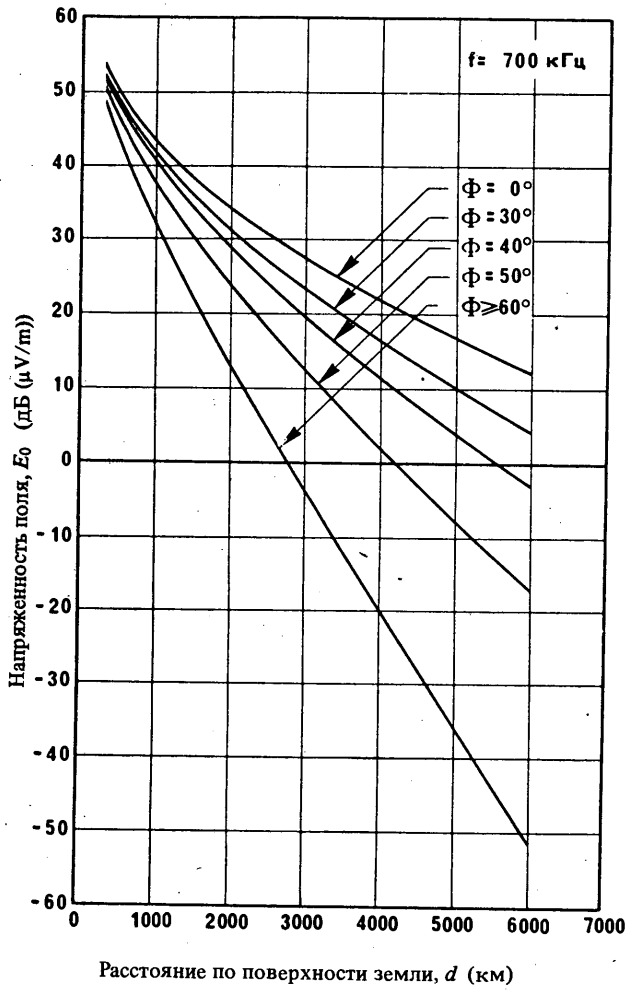


(а) Северное полушарие
 (Φ положительная)

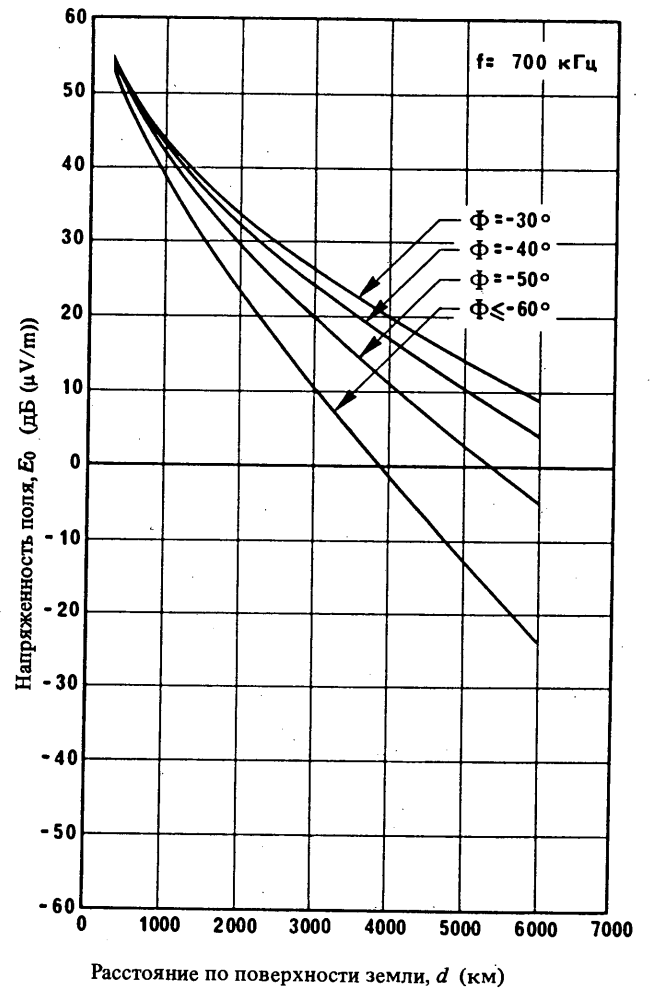


(б) Южное полушарие
 (Φ отрицательная)

РИСУНОК 6 – Кривые E_0 для частоты 500 кГц и постоянных геомагнитных широт при равных нулю величинах G_s , L_p и R

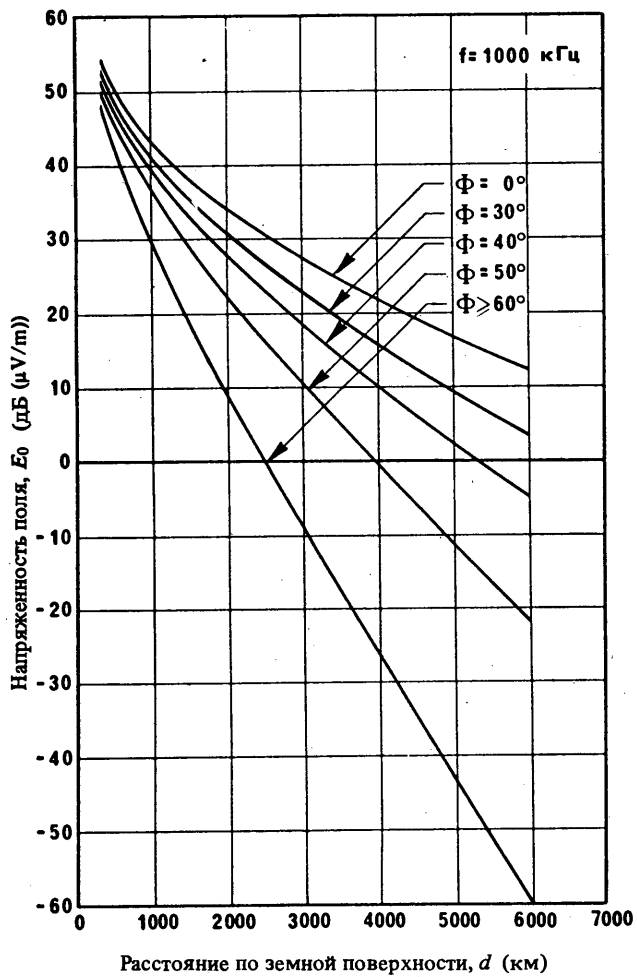


(а) Северное полушарие
 (Φ положительная)

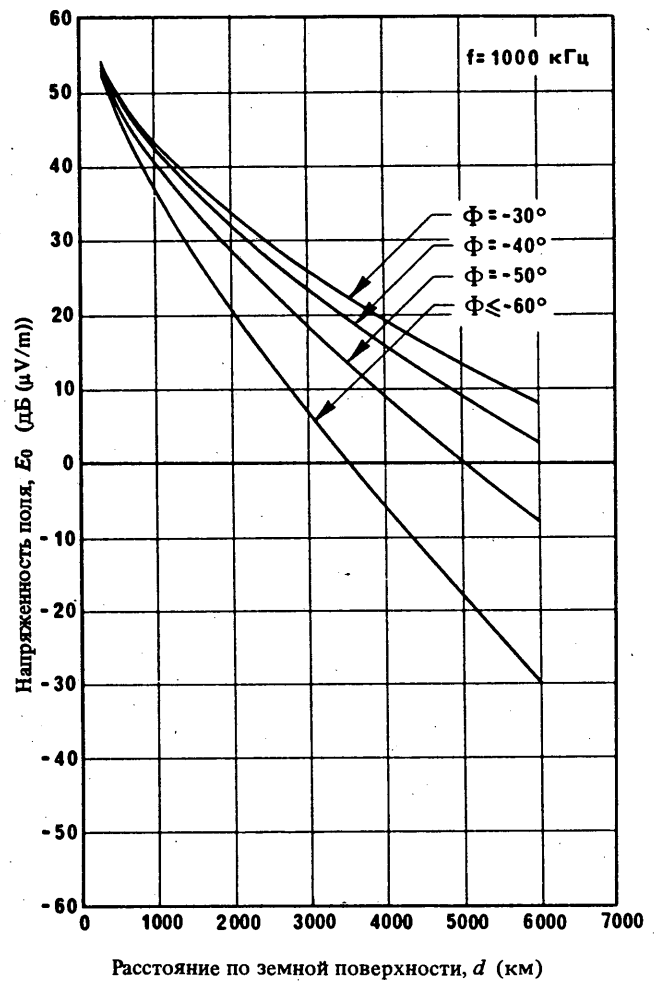


(б) Южное полушарие
 (Φ отрицательная)

РИСУНОК 7 – Кривые E_0 для частоты 700 кГц и постоянных геомагнитных широт при равных нулю величинах G_s , L_p и R

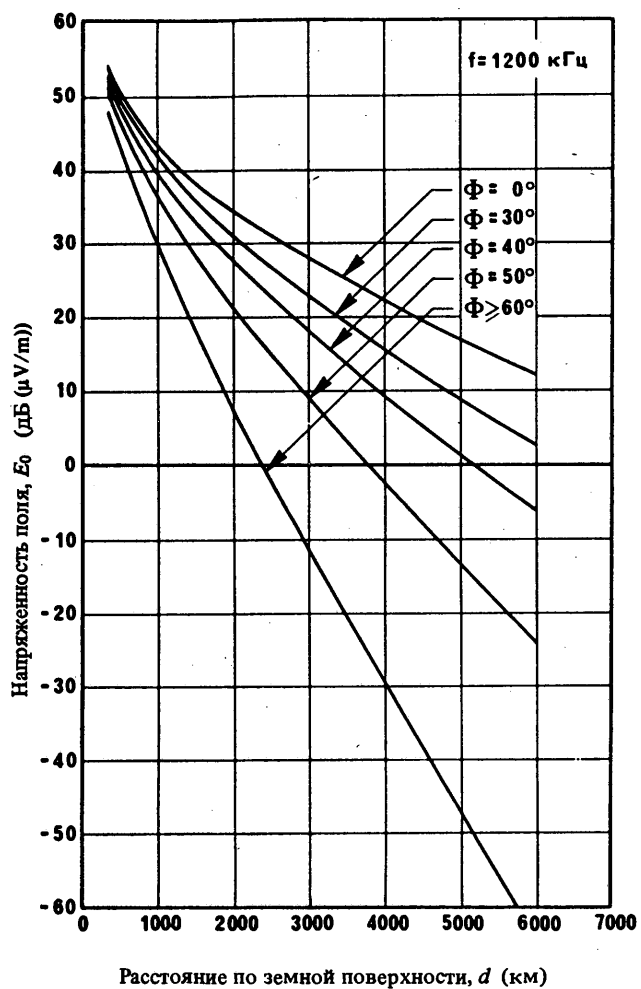


(а) Северное полушарие
 (Φ положительная)

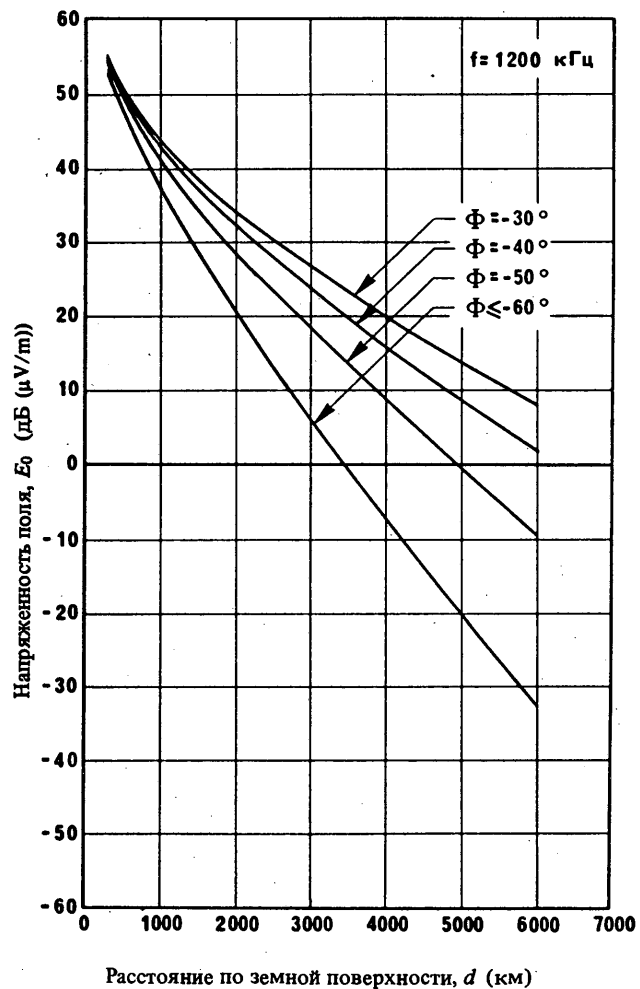


(б) Южное полушарие
 (Φ отрицательная)

РИСУНОК 8 – Кривые E_0 для частоты 1000 кГц и постоянных геомагнитных широт при равных нулю величинах G_s , L_p и R

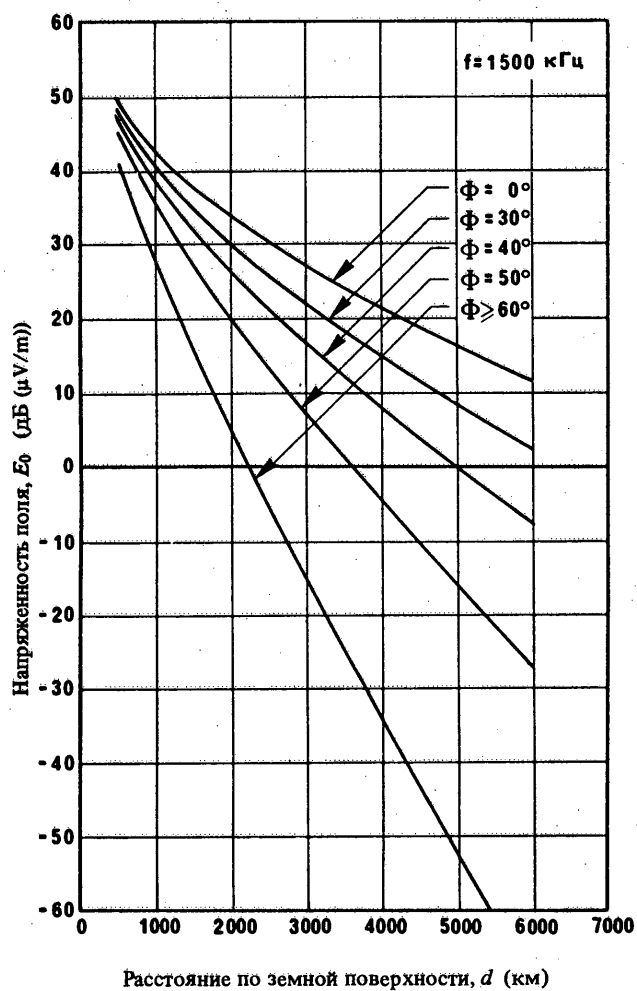


(а) Северное полушарие
 (Φ положительная)

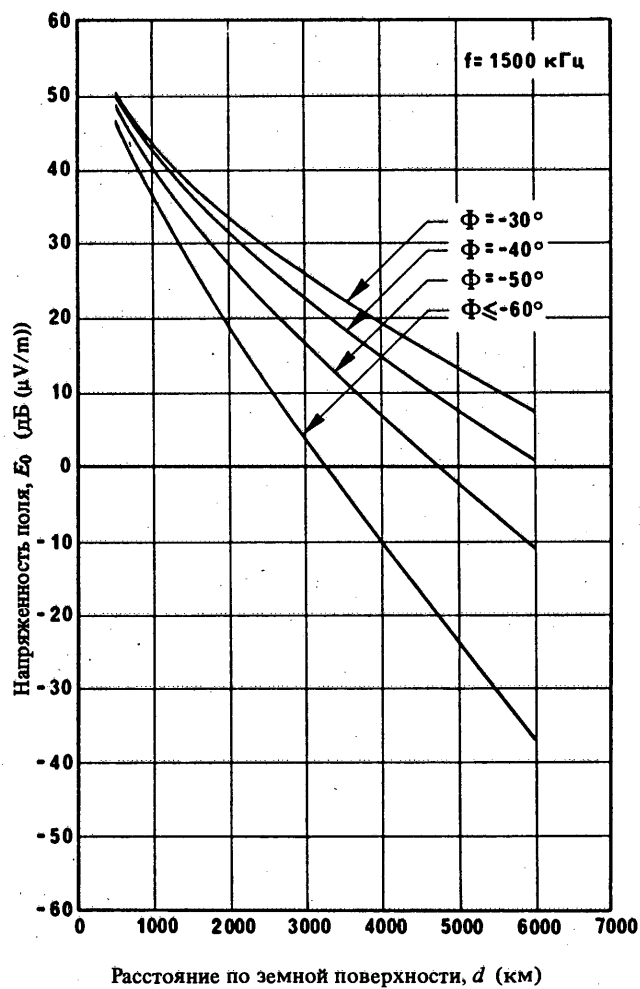


(б) Южное полушарие
 (Φ отрицательная)

РИСУНОК 9 – Кривые E_0 для частоты 1200 кГц и постоянных геомагнитных широт при равных нулю величинах G_s , L_p и R



(a) Северное полушарие
(Φ положительная)



(b) Южное полушарие
(Φ отрицательная)

РИСУНОК 10 – Кривые E_0 для частоты 1500 кГц и постоянных геомагнитных широт при равных нулю величинах GS , L_p и R

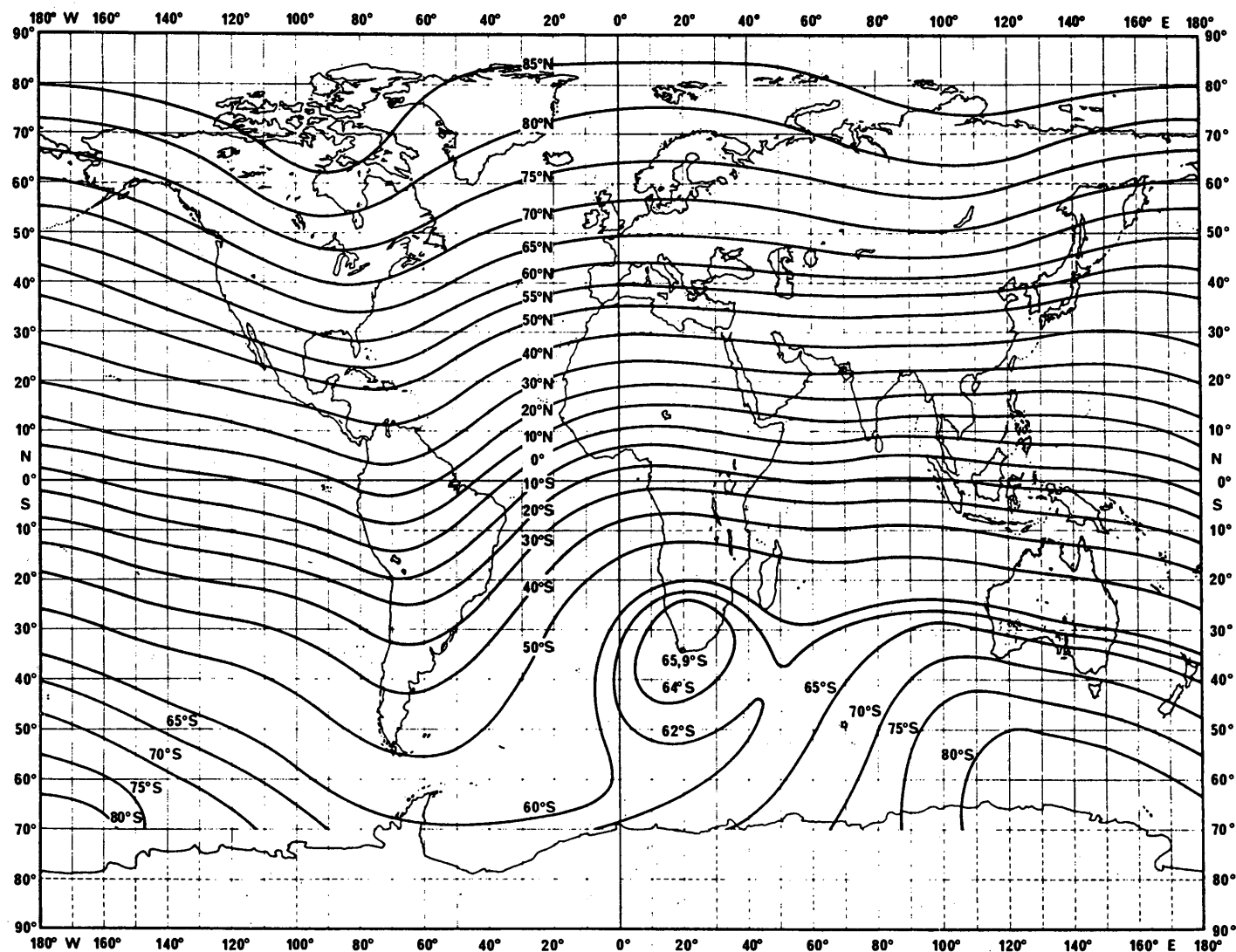


РИСУНОК 11 – Карта магнитного наклонения (эпоха 1975.0)

(Источник: Карта № 30 магнитного наклонения (эпоха 1975.0) Всемирного Картографического Агентства Гидрографического Центра Министерства Обороны США)

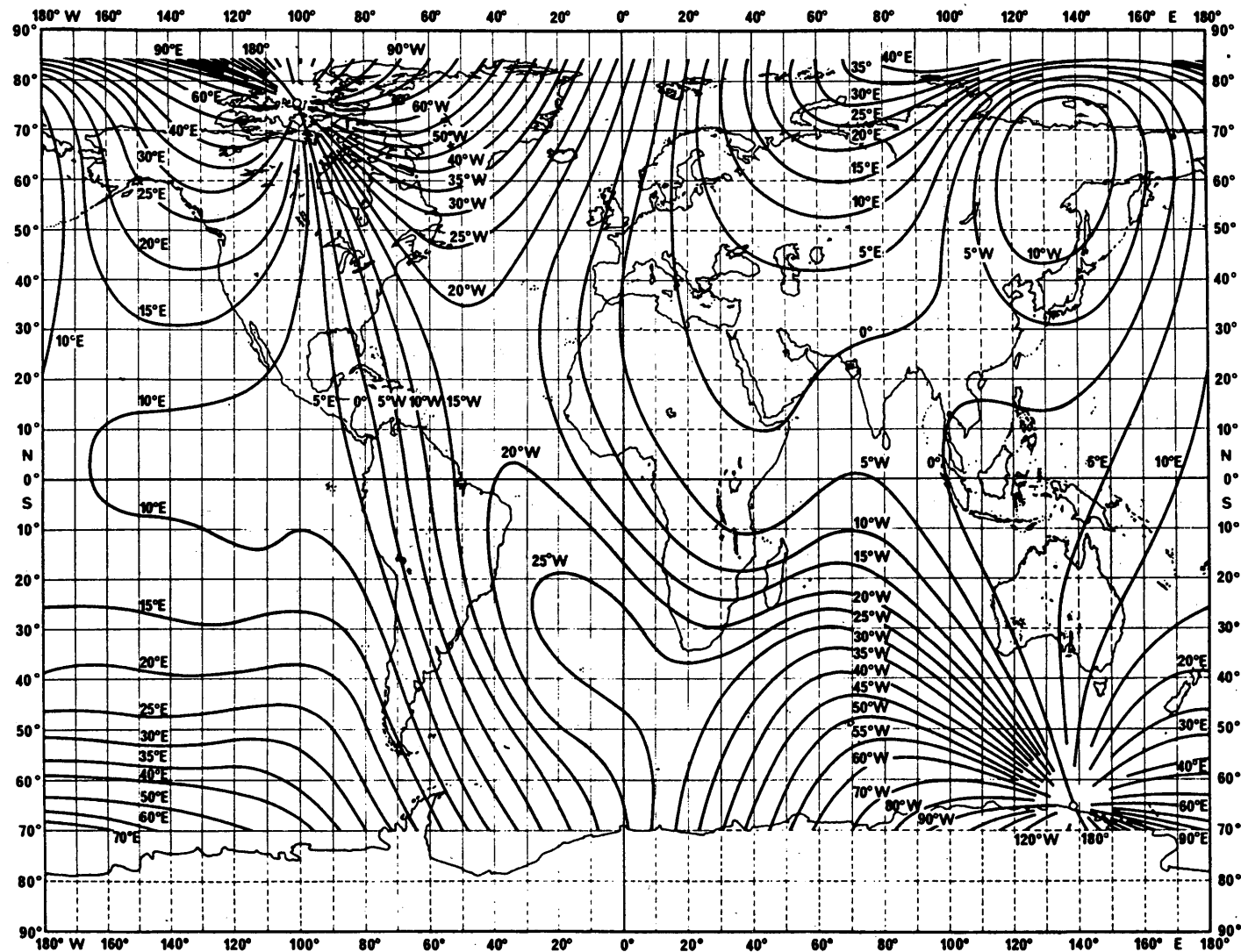
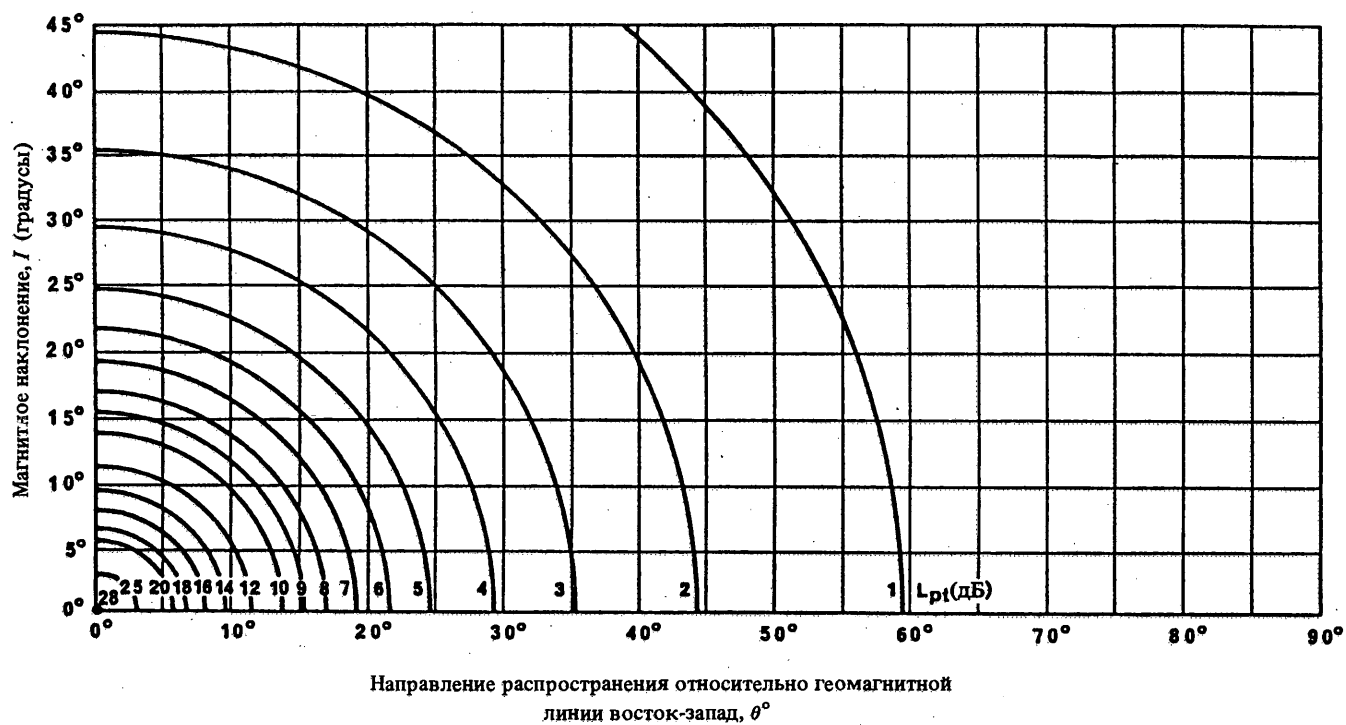


РИСУНОК 12 – Карта магнитного склонения (эпоха 1975.0)

(Источник: Карта № 42 магнитных вариаций (эпоха 1975.0) Всемирного Картографического Агентства Гидрографического Центра Министерства Обороны США)

РИСУНОК 13 – Добавочные потери L_p за счет деполяризации (для одного терминала)

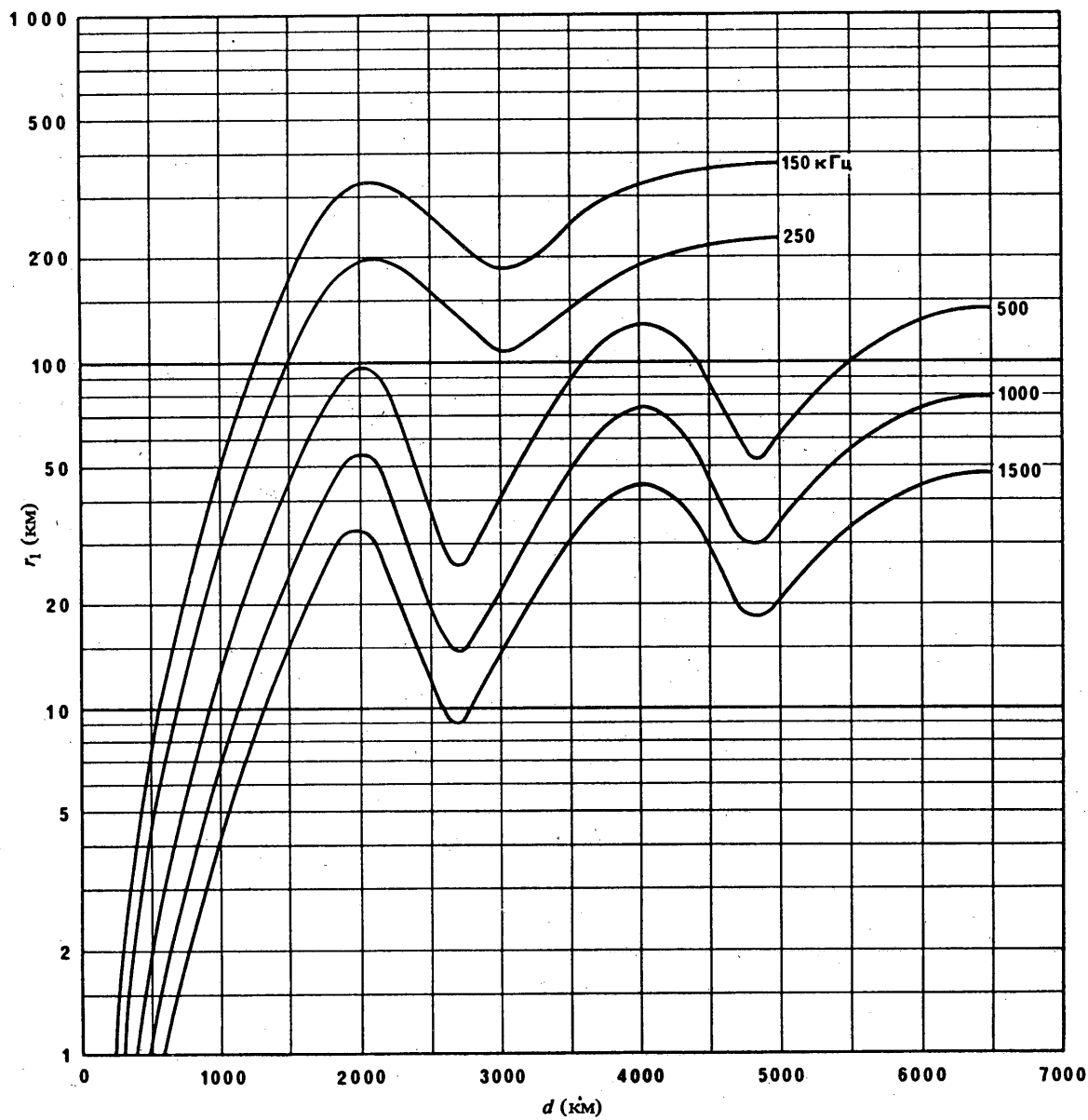


РИСУНОК 14а – Величины r_1 для различных частот

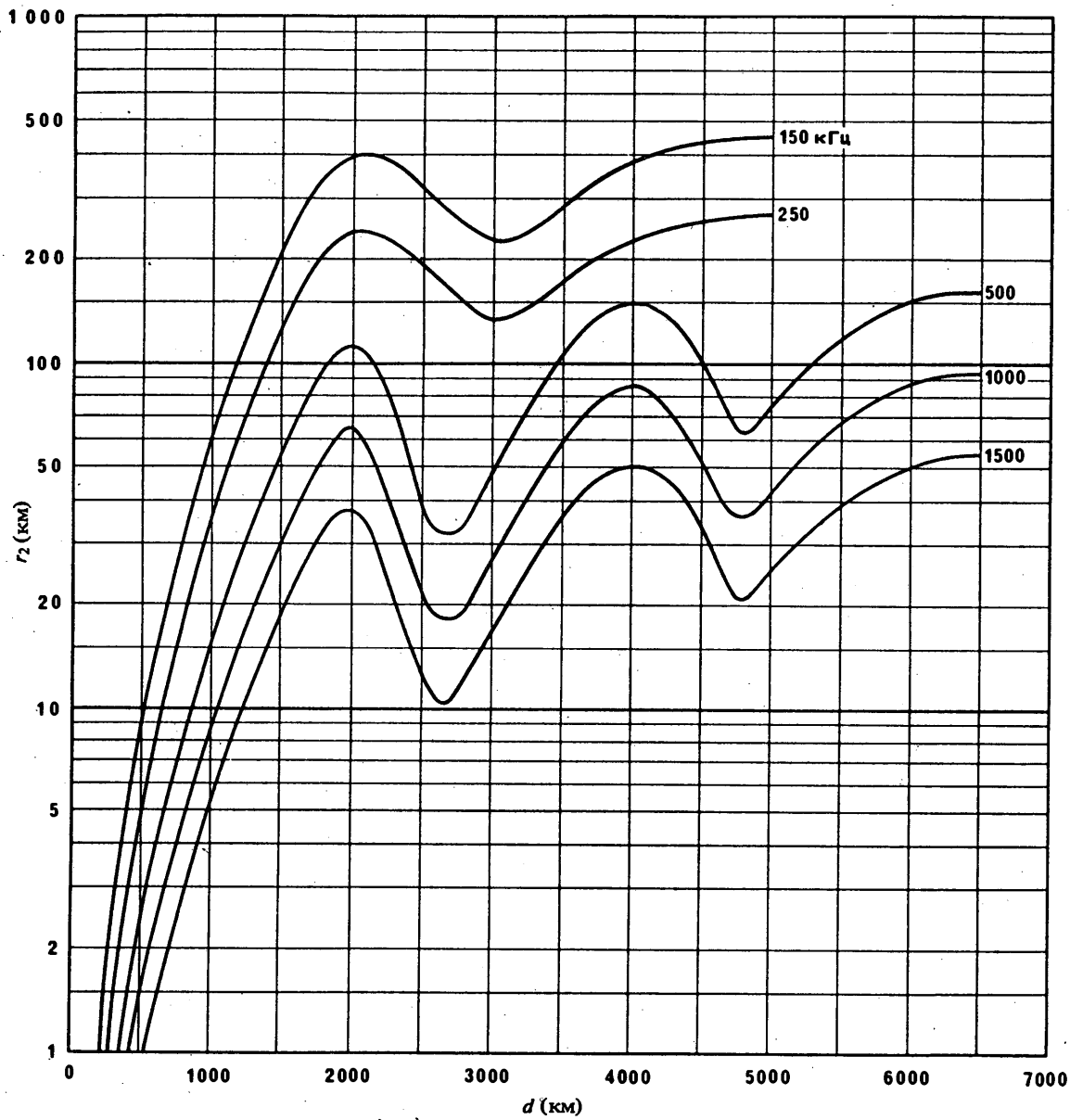


РИСУНОК 14b – Величины r_2 для различных частот

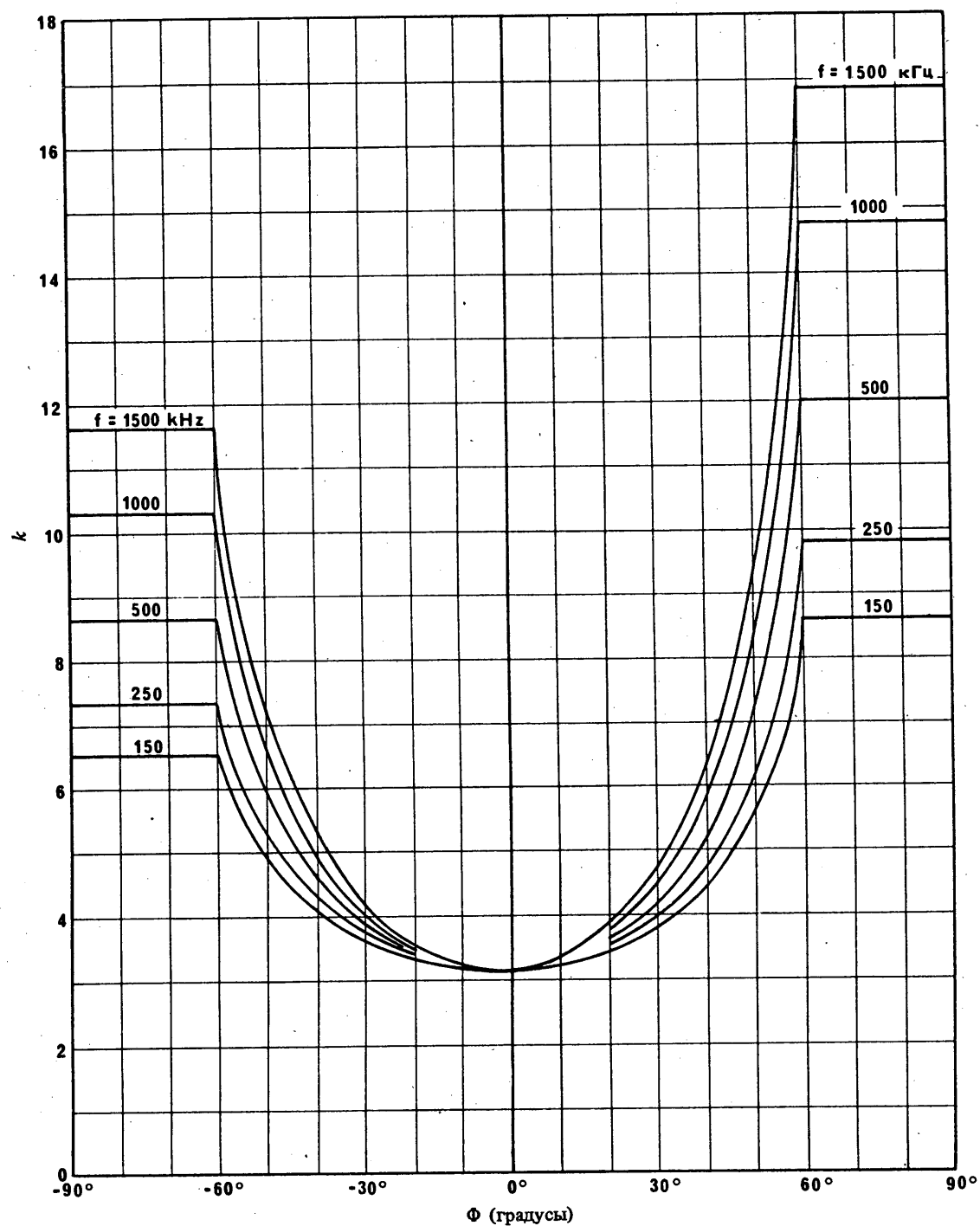
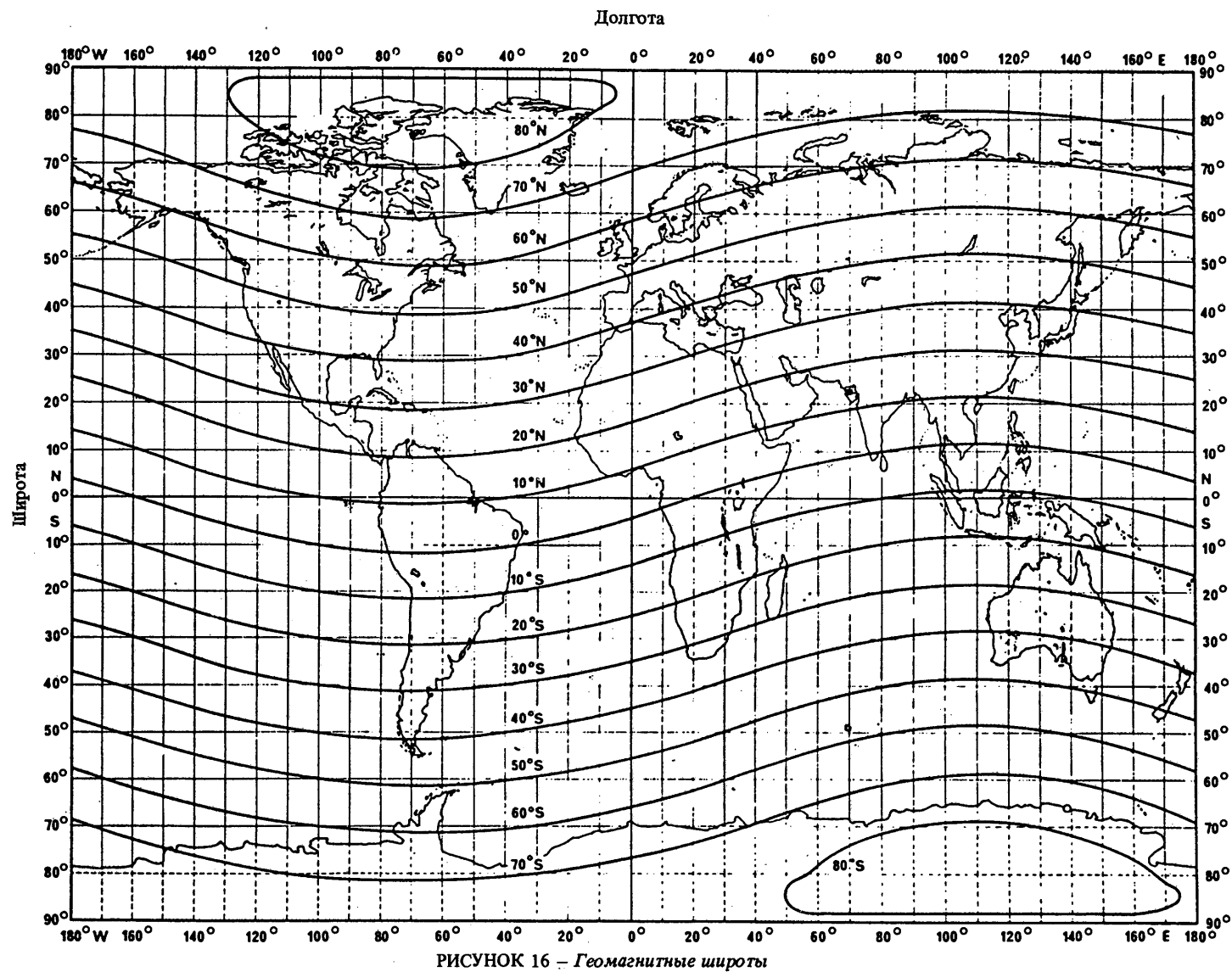


РИСУНОК 15 – Коэффициент основных потерь

$$k = 3.2 + 0.19 f^{0.4} \tan^2 (\Phi + 3)$$

$$- 60^\circ \leq \Phi \leq 60^\circ$$



$$\Phi = \arcsin [\sin \alpha \cdot \sin 78,5^\circ + \cos \alpha \cdot \cos 78,5^\circ \cdot \cos (69^\circ + \beta)]$$

Φ : геомагнитная широта

α : географическая широта

β : географическая долгота

Северные и восточные координаты считаются положительными, южные и западные – отрицательными.

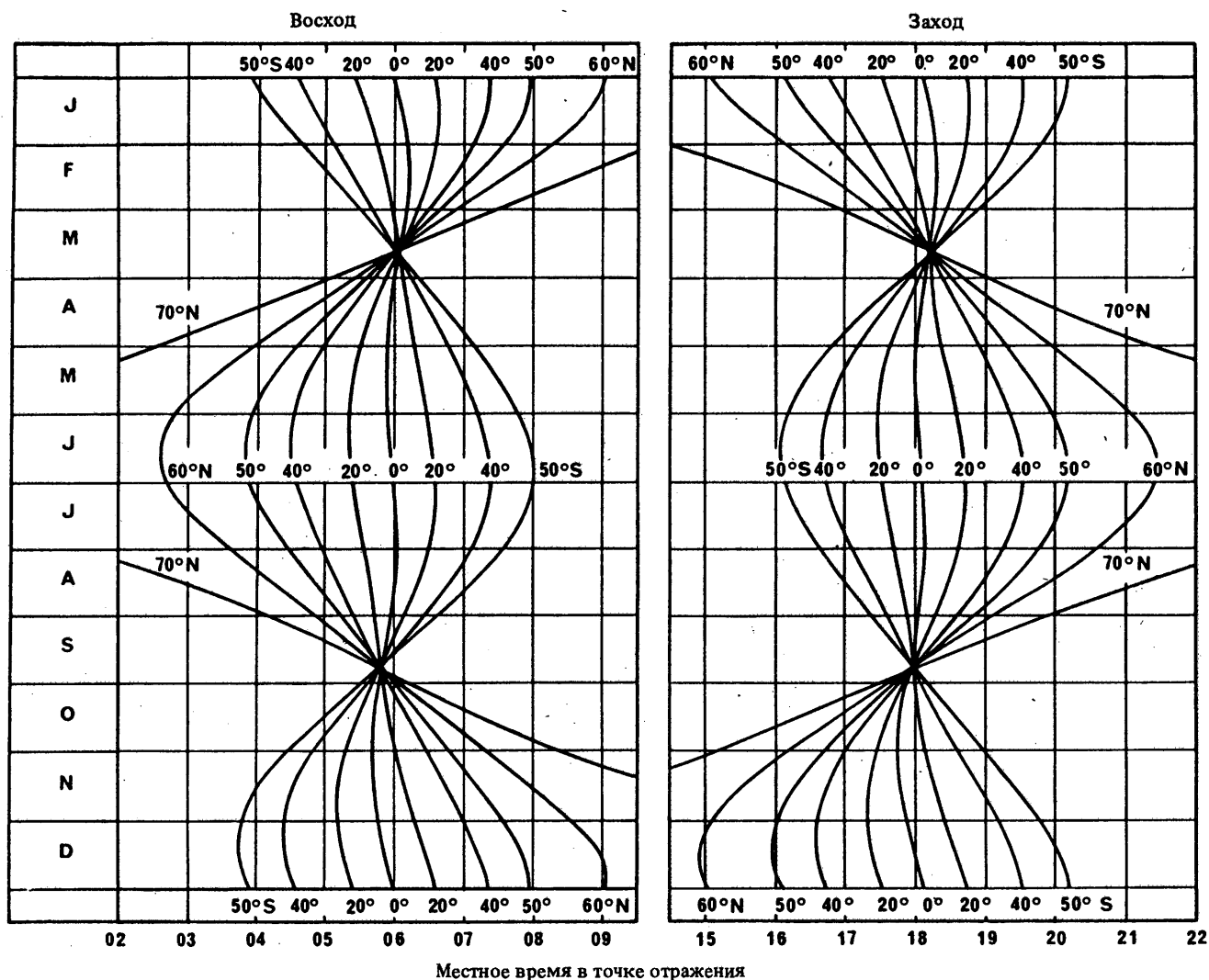


РИСУНОК 17 – Время восхода и захода солнца в различные месяцы на разных географических широтах

ДОПОЛНЕНИЕ I К ПРИЛОЖЕНИЮ I

В данном Дополнении содержатся уравнения, которые можно использовать вместо рис. 3 и 17 в тексте Приложения I соответственно для часового коэффициента потерь и времени захода и восхода солнца. Применительно к этому Дополнению используются следующие добавочные обозначения.

Перечень обозначений

α : географическая широта точки на трассе (градусы)

β : географическая долгота точки на трассе (градусы)

S : местное среднее время захода или восхода солнца в точке на трассе (часы)

Северные и восточные координаты считаются положительными, а южные и западные — отрицательными.

1. Часовой коэффициент потерь: L_t

Данные уравнения могут использоваться вместо кривых, изображенных на рис. 3, в интервалах, ограниченных установленными значениями t . Между этими границами (то есть около полуночи) следует положить $L_t = 0$.

$$L_t \text{ (заход)} = 12,40 - 9,248t + 2,892t^2 - 0,3343t^3 \text{ для } -1 < t \text{ (заход)} < 4 \text{ и}$$

$$L_t \text{ (восход)} = 9,6 + 12,2t + 5,62t^2 + 0,86t^3 \text{ для } -3 < t \text{ (восход)} < 1,$$

где t — время в часах относительно захода или восхода солнца в средней точке трассы.

2. Время захода и восхода солнца

В удаленных от полюса точках, то есть таких, где $|a| < 65^\circ$, время захода и восхода солнца можно вычислить с точностью ± 2 мин, следующим образом:

N : день года, в днях; например 1 января = 1;

S' : приблизительное местное время события, например заход = 1800 час., восход = 0600 час.;

Z : зенитный угол Солнца (градусы) = $90,8333^\circ$ ($90^\circ 50'$) для захода или восхода солнца.

Шаг 1: Вычислите долготу наблюдателя, B :

$$B = \beta/15 \quad \text{час.}$$

Шаг 2: Вычислите время события, Y :

$$Y = N + (S' - B)/24 \quad \text{сутки}$$

Шаг 3: Вычислите среднюю солнечную аномалию, M :

$$M = 0,985600 Y - 3,289 \quad \text{градусы}$$

Шаг 4: Вычислите долготу Солнца, L :

$$L = M + 1,916 \sin M + 0,020 \sin 2M + 282,634 \quad \text{градусы}$$

Заметьте, в каком квадрате находится L .

Шаг 5: Вычислите прямое восхождение Солнца, RA :

$$\tan RA = 0,91746 \tan L$$

Заметьте, что RA должно быть в том же квадранте, что и L .

Шаг 6: Вычислите склонение Солнца, s :

s : склонение Солнца, определяемое выражением:

$\sin s = 0,39782 \sin L$, из которого:

$$\cos s = +\sqrt{1 - \sin^2 s}$$

Заметьте, что $\sin s$ может принимать как положительные, так и отрицательные значения, однако $\cos s$ должен быть всегда положительным.

Шаг 7: Вычислите местный часовой угол Солнца, H :

H : местный часовой угол Солнца, определяемый уравнением:

$$\cos H = x = (\cos Z - \sin s \cdot \sin a)/(\cos s \cdot \cos a)$$

Заметьте, что при $|x| > 1$ не существует ни захода, ни восхода солнца.

Из $\cos H$ найдите H в градусах; для восхода $180 < H < 360$; для захода $0 < H < 180$.

Шаг 8: Вычислите местное среднее время события, S :

$$S = H/15 + RA/15 - 0,65710 Y - 6,622$$

Заметьте, что S выражается в часах и что необходимо прибавить или вычесть числа, кратные 24, чтобы $0 < S < 24$.

Заметьте, что S — местное время в рассматриваемой точке. Соответствующее стандартное время равно $S - B + \beta_m/15$ час, где β_m — долгота опорного меридиана для требуемой временной зоны (в градусах), так что, например, универсальное время = $S - B$.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 683*

**МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ВОЛНЫ
НА ЧАСТОТАХ ОКОЛО 500 кГц ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ К ВОЗДУШНОМУ СУДНУ**

(Исследовательская программа 31D/6)

(1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

(a) что Вопросом 53-2/8, который касается использования частот морской подвижной службой в полосах 435–526,5 кГц, предлагается среди прочего определить критерии совмещения с другими службами, принимая во внимание механизмы распространения радиоволн при расположении приемной антенны на достаточной высоте над уровнем земли;

(b) что в Рекомендации 435 дается метод прогнозирования напряженности поля пространственной волны при расположении приемников вблизи земной поверхности; и что информация о точности данного метода приводится в § 6 Приложения I к этой Рекомендации,

ЕДИНОДУШНО РЕКОМЕНДУЕТ,

чтобы для прогнозирования напряженности поля пространственной волны на частотах около 500 кГц вблизи воздушного судна, находящегося на большой высоте, использовался метод, изложенный в Приложении I.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

1. Введение

Посредством этого метода прогнозирования определяется напряженность поля пространственной волны в ночное время в точке расположения воздушного судна при излучении заданной мощности короткой вертикальной антенной на частоте около 500 кГц. Метод применяется для трасс протяженностью до 4000 км и должен использоваться с осторожностью на геомагнитных широтах выше 60°.

Поле пространственной волны вблизи воздушного судна в общем случае будет иметь эллиптическую поляризацию. Антенны воздушного судна способны по-разному воспринимать вертикальную и горизонтальную составляющие поля, а совокупное влияние этих составляющих может зависеть от размера воздушного судна и его курса относительно прихода пространственной волны. К тому же нисходящая волна будет отражаться от земной поверхности и поле вблизи воздушного судна будет зависеть, таким образом, от угла ее прихода и коэффициента отражения. Более того, положение точки отражения при движении воздушного судна будет быстро меняться. В довершение всего при низких углах прихода волны прогнозируемые значения напряженности поля могут существенно отличаться от данных измерений.

Метод прогнозирования поэтому дает оценку только максимальных величин вертикальной и горизонтальной составляющих поля, которые были бы получены при измерениях в области воздушного судна с учетом местных отражений от земной поверхности.

В § 2 приводятся формулы для расчета напряженности поля нисходящей пространственной волны, а в § 3 — формулы для максимальных величин вертикальной и горизонтальной составляющих электрического поля вблизи воздушного судна.

* Данная Рекомендация доводится до сведения 8-й Исследовательской комиссии.

2. Напряженность поля нисходящей пространственной волны

Нисходящая пространственная волна в общем случае имеет эллиптическую поляризацию. Плотность потока мощности нисходящей волны можно представить через эквивалентную напряженность поля посредством уравнения:

$$E_D = V + G_S + G_0 - L_{pt} + A_0 - 20 \log p - 10^{-3} k_R p - L_t, \quad (1)$$

где:

- E_D : годовая медиана получасовых медианных значений напряженности поля (дБ (мкВ/м)) нисходящей волны для данной симомотивной силы V в данное время t относительно, в зависимости от обстоятельств, захода или восхода солнца,
 V : симомотивная сила передатчика, дБ, относительно эталонного уровня 300 В (см. § 2.2),
 G_S : поправка на усиление за счет влияния моря в области передатчика (дБ) (см. § 2.3),
 G_0 : параметр, приведенный на рис. 1, в зависимости от d (дБ),
 L_{pt} : добавочные потери в области передатчика за счет деполяризации (дБ) (см. § 2.4),
 $A_0 = 101,6 - 2 \sin \Phi$, где Φ определяется из уравнения (12),
 p : наклонная дальность распространения (км) (см. § 2.5),
 k_R : коэффициент потерь, учитывающий влияние ионосферного поглощения, фокусировки и потерь в терминалах, а также межскачковые потери на многоскачковых трассах (см. § 2.6),
 L_t : часовой коэффициент потерь (дБ) (см. § 2.7).

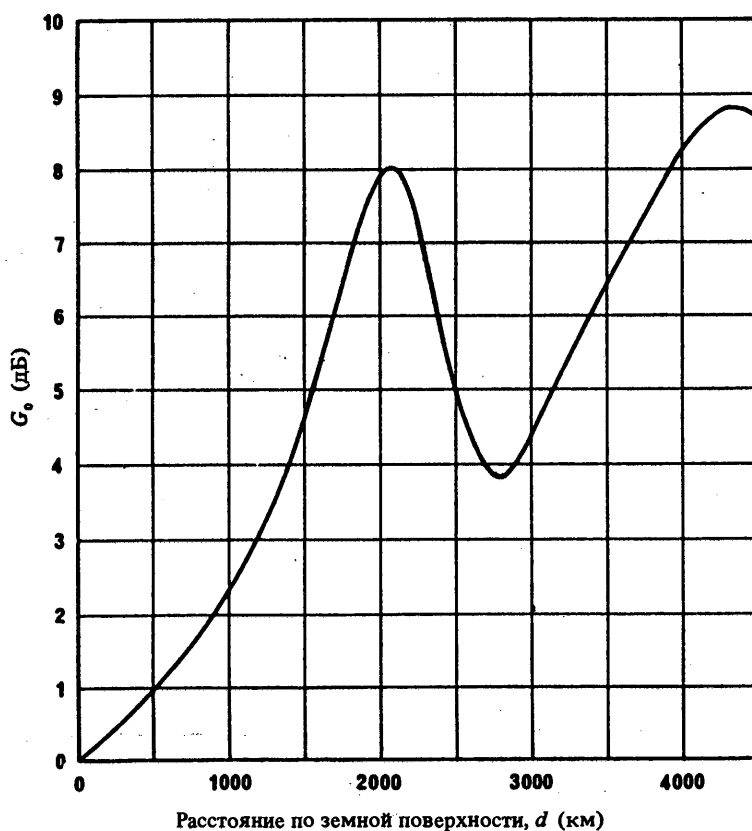


РИСУНОК 1 – Усиление вследствие влияния моря (G_0) при расположении передатчика на берегу

Примечание. – Эта кривая не тождественна кривой А рис. 2 Рекомендации 435 при применении последней к частоте 500 кГц.

2.1 Эталонное время

Эталонным считается время через шесть часов после захода солнца в точке S на земной поверхности. Точка S находится в середине трассы, если длина последней не превышает 2000 км. На более протяженных трассах точка S располагается на удалении 750 км по дуге большого круга от терминала с более поздним заходом солнца.

2.2 Симомотивная сила

Симомотивная сила V определяется выражением:

$$V = P + 20 \log (d/p), \quad (2)$$

где:

- P : излучаемая мощность (дБ (1 кВт)),
- d : расстояние по земной поверхности (км),
- p : наклонная дальность распространения (км).

Для трасс, превышающих 1000 км, V примерно равно P .

Примечание. — Эталонная симомотивная сила 0 дБ (300В) соответствует э.и.и.м. 1 кВт.

2.3 Усиление за счет влияния моря

G_S — дополнительное усиление сигнала при расположении передатчика вблизи моря; однако оно не учитывается при распространении радиоволн над пресной водой. G_S дается выражениями:

$$G_S = G_0 - c_1 - c_2 \quad \text{для} \quad (c_1 + c_2) < G_0 \quad (3)$$

$$G_S = 0 \quad \text{для} \quad (c_1 + c_2) \geq G_0, \quad (4)$$

где:

- G_0 : усиление, когда передатчик располагается на берегу и последующее морское пространство не разделено какой-либо сушей,
- c_1 : поправка, учитывающая удаление передатчика от моря,
- c_2 : поправка, учитывающая ширину одного или нескольких морских проливов или наличие островов.

Зависимость G_0 от d приводится на рис. 1.

Поправка c_1 дается выражением:

$$c_1 = \frac{s_1}{r_1} G_0, \quad (5)$$

где:

- s_1 : удаление передатчика от моря, измеренное по дуге большого круга (км),
- $r_1 = 1,4 G_0^2$ (км).

Поправка c_2 дается выражениями:

$$c_2 = \alpha G_0 \left(1 - \frac{s_2}{r_2}\right) \quad \text{для} \quad s_2 < r_2 \quad (6)$$

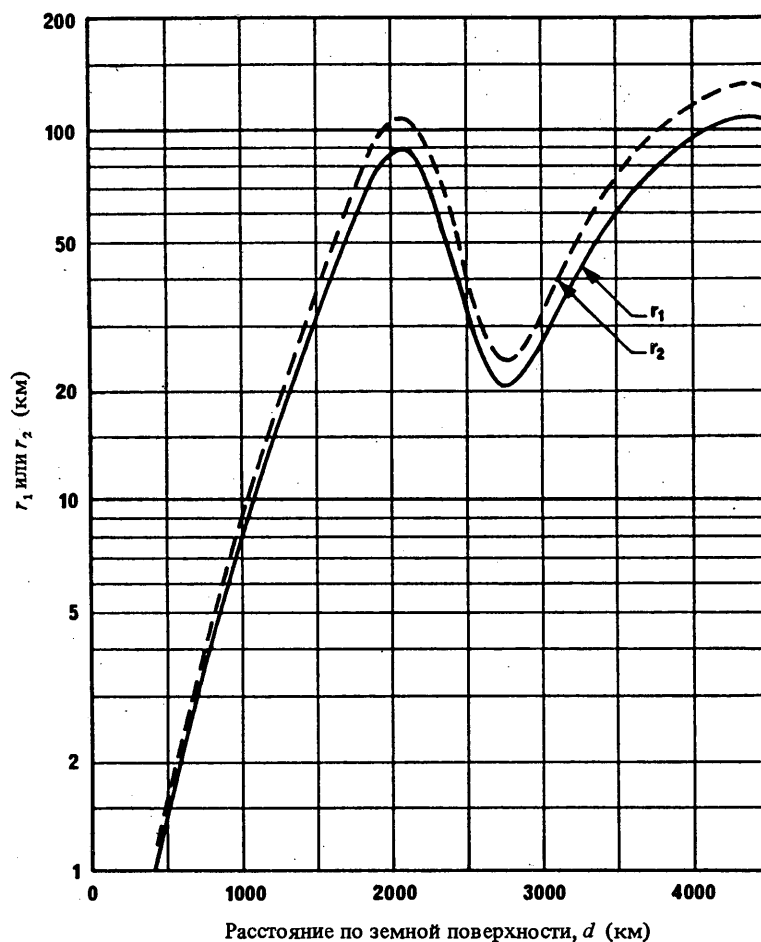
$$c_2 = 0 \quad \text{для} \quad s_2 \geq r_2, \quad (7)$$

где:

- s_2 : удаление передатчика от следующего участка суши, измеренное по дуге большого круга (км),
- $r_2 = 1,7 G_0^2$ (км),
- α : относительная доля суши на участке между r_2 и s_2 ($0 < \alpha \leq 1$).

Если применяется ЭВМ, но банк данных о местности для вычисления α отсутствует, то следует положить α равным 0,5, что означает наличие равной доли суши и моря на участке трассы между r_2 и s_2 .

Для облегчения расчетов на рис. 2 приведены значения r_1 — наибольшего удаления от моря, для которого следует вычислять усиление за счет влияния моря, а также значения r_2 — наибольшего расстояния до следующего участка суши, для которого требуется вводить поправку c_2 .

РИСУНОК 2 – Величины r_1 и r_2

2.4 Потери в области передатчика за счет деполяризации

L_{pt} представляет собой добавочные потери за счет деполяризации, определяемые одной из двух следующих формул:

$$L_{pt} = 180 (36 + \theta^2 + I^2)^{-1/2} - 2 \text{ дБ,} \quad \text{если} \quad I \leq 45^\circ$$

$$L_{pt} = 0, \quad \text{если} \quad I > 45^\circ, \quad (8)$$

где I – магнитное наклонение, северное или южное, в градусах, в точке расположения передатчика; θ – азимут трассы в градусах, измеренный относительно магнитного направления восток–запад так, чтобы $|\theta| \leq 90^\circ$. При определении θ и I следует использовать наиболее точные из имеющихся величин магнитного наклонения и склонения (см., например, рис. 11 и 12 Рекомендации 435).

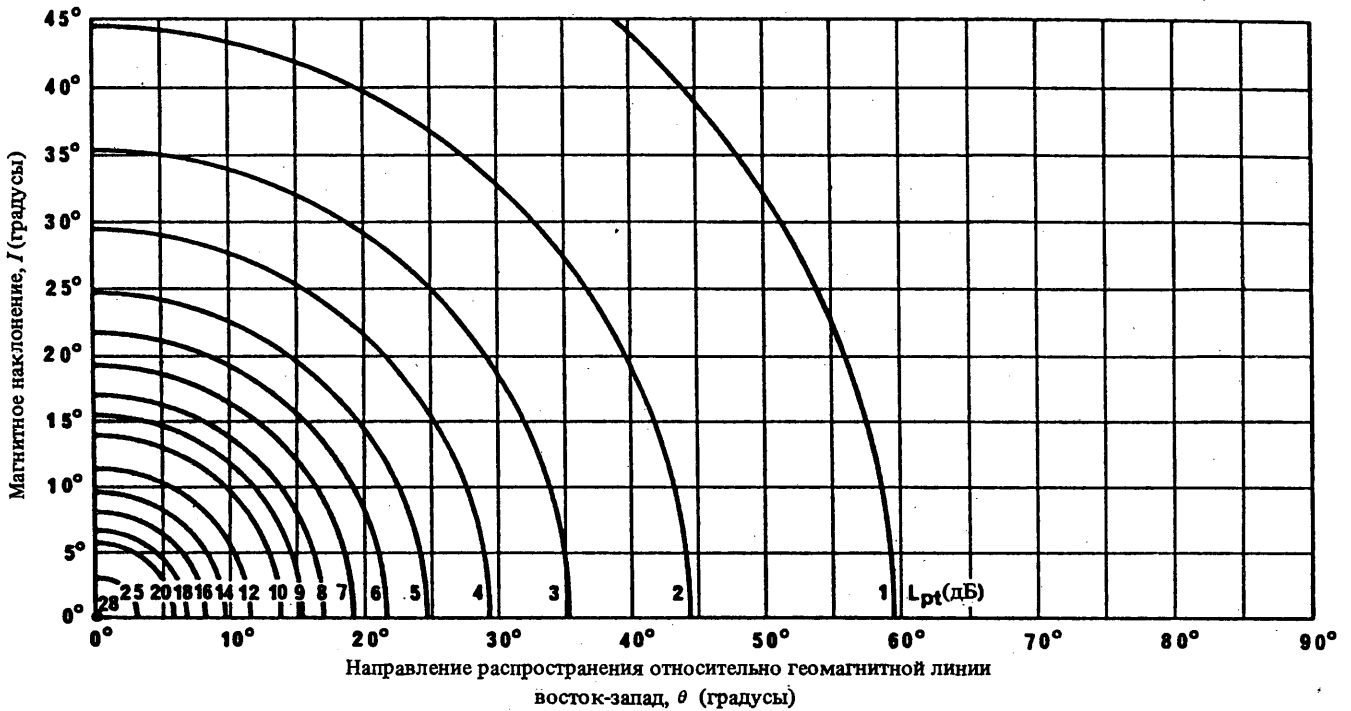
На рис. 3 приведены величины L_{pt} , вычисленные из уравнения (8).

2.5 Дальность наклонного распространения

Для трасс протяженностью свыше 1000 км p примерно равно расстоянию по земной поверхности d (км). Для более коротких трасс

$$p = (d^2 + 40\,000)^{1/2} \quad (9)$$

Уравнение (9) может использоваться с пренебрежимо малой погрешностью для трасс любой протяженности. Его следует применять во всех случаях, когда рассматриваются расстояния как меньшие, так и большие 1000 км, чтобы избежать разрывов в зависимости напряженности поля от расстояния.

РИСУНОК 3 – Добавочные потери L_{pt} за счет деполяризации

$$L_{pt} = 180 (36 + \theta^2 + I^2)^{-1/2} - 2$$

2.6 Коэффициент потерь

Коэффициент потерь k_R определяется выражением:

$$k_R = k + 10^{-2} bR, \quad (10)$$

где:

R : сглаженное за двенадцать месяцев международное относительное число солнечных пятен,

$b = 4$ для трасс в Северной Америке,

$b = 1$ для Европы и Австралии и

$b = 0$ в остальной части мира.

Коэффициент основных потерь k дается уравнением:

$$k = 3,2 + 2,28 \tan^2 (\Phi + 3) \quad (11)$$

Если $\Phi > 60^\circ$, уравнение (11) решается для $\Phi = 60^\circ$. Если $\Phi < -60^\circ$, уравнение (11) решается для $\Phi = -60^\circ$. Величины k , вычисленные согласно этим правилам из уравнения (11), приведены на рис. 15 Рекомендации 435 (кривая для 500 кГц).

Для трасс короче 3000 км:

$$\Phi = 0,5 \Phi_T + \Phi_R, \quad (12)$$

где Φ_T и Φ_R – геомагнитные широты соответственно передатчика и приемника, определяемые из дипольной модели поля с расположением диполя в центре Земли и географическими координатами северного полюса $78,5^\circ \text{N}$, 69°W . Φ_T и Φ_R считаются положительными в северном полушарии и отрицательными – в южном (см. рис. 16 Рекомендации 435). Трассы, протяженность которых превышает 3000 км, делятся на два равных участка, кото-

рые рассматриваются самостоятельно. За величину Φ для каждой половины принимается среднее значение геомагнитных широт одного из терминалов и средней точки всей трассы. Полагается, что геомагнитная широта средней точки трассы в целом равна среднему из Φ_T и Φ_R . Следовательно:

$$\Phi = (3\Phi_T + \Phi_R)/4 \quad \text{для первой половины трассы и} \quad (13)$$

$$\Phi = (\Phi_T + 3\Phi_R)/4 \quad \text{для второй половины.} \quad (14)$$

Величины k , найденные из уравнения (11) для двух половин трассы, затем усредняются и используются в уравнении (10).

2.7 Часовой коэффициент потерь

График часового коэффициента потерь, L_t , приводится на рис. 3 Рекомендации 435, где показаны средние величины часовых вариаций годовых медианных значений для Европы и Австралии, полученные соответственно из рис. 2 и 6 Отчета 431. Время t отсчитывается в часах в зависимости от обстоятельств относительно эталонного времени восхода или захода солнца. За последнее принимается время на поверхности земли в средней точке трассы для $d < 2000$ км, а для более протяженных трасс – на расстоянии 750 км от терминала с более поздним заходом или более ранним восходом солнца.

На рис. 17 Рекомендации 435 показано время захода и восхода солнца для ряда географических широт.

3. Напряженность поля в области воздушного судна

Нисходящая пространственная волна будет отражаться от земной поверхности, так что напряженность результирующего поля в области воздушного судна будет представлять собой векторную сумму нисходящей пространственной и отраженной от земли волн. Наибольшая величина напряженности поля будет соответствовать случаю синфазного сложения двух волн. Поскольку синфазное сложение всегда возможно, полагается, что напряженность результирующего поля на 6 дБ превышает напряженность поля нисходящей волны.

Результирующее электрическое поле можно разложить на поперечную горизонтальную составляющую E_{HT} и составляющую, расположенную в вертикальной плоскости. Последнюю составляющую, которая сама по себе не является вертикальной, можно в свою очередь разложить на вертикальный E_V и продольный горизонтальный E_{HL} компоненты.

Следует отметить, что суммарное поле может также включать в себя и поверхностную волну: например, при полете воздушного судна на высоте порядка 11 км поверхностную волну можно принимать на расстояниях до 400 км. Однако в данном методе прогнозирования поверхностная волна не принимается во внимание.

3.1 Вертикальная составляющая

Максимальное значение напряженности вертикального электрического поля E_V вблизи воздушного судна дается выражением:

$$E_V = E_D - L_{pv} + 5 + 20 \log (d/p), \quad (15)$$

где:

L_{pv} : добавочные потери в области приемника за счет деполяризации для вертикальной поляризации. L_{pv} определяется уравнением (8) после замены в последнем L_{pt} на L_{pv} . Величины θ и I должны соответствовать положению воздушного судна.

3.2 Поперечная горизонтальная составляющая

Максимальное значение напряженности поперечного горизонтального электрического поля E_{HT} вблизи воздушного судна дается выражением:

$$E_{HT} = E_D - L_{ph} + 6, \quad (16)$$

где:

L_{ph} : добавочные потери за счет деполяризации для горизонтальной поляризации.

Значения L_{ph} приведены на рис. 4. Величины, полученные из рис. 4 для умеренных широт, должны использоваться с осторожностью на трассах короче 500 км.

3.3 Продольная горизонтальная составляющая

Максимальное значение напряженности продольного горизонтального электрического поля E_{HL} вблизи воздушного судна дается выражением:

$$E_{HL} = E_D - L_{pv} + 51 - 20 \log p \quad (17)$$

Для трасс протяженностью свыше 1000 км E_{HL} можно пренебречь.

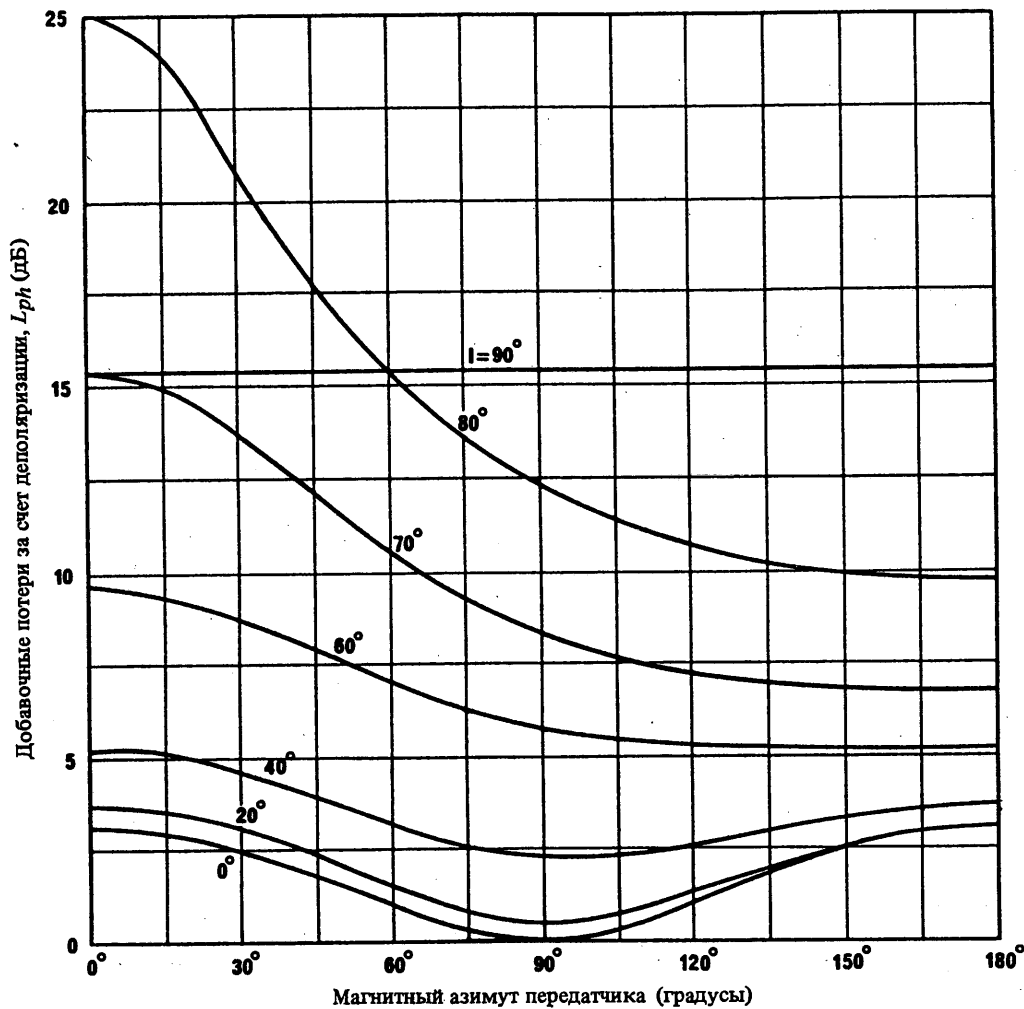


РИСУНОК 4 — Добавочные потери L_{ph} за счет деполяризации для горизонтальной поляризации

I : угол магнитного наклонения, север или юг (градусы)

Примечание. — Если воздушное судно находится севернее геомагнитного экватора, магнитный азимут передатчика измеряется от направления на магнитный север. Если воздушное судно находится южнее геомагнитного экватора, азимут измеряется от направления на магнитный юг.

4 Вариации напряженности поля

Величина напряженности поля, превышаемая в течение 10% общего времени коротких выборок с центром в определенные часы для ряда ночей данного сезона, на 8 дБ выше значения E_D , определяемого согласно § 2. В годы максимума солнечной активности могут наблюдаться большие величины.

Пространственные волны на частоте 500 кГц при распространении ночью в области средних широт имеют наибольшую интенсивность весной и осенью и наименьшую — летом и зимой, причем летний минимум выражается более отчетливо. Предельное изменение может быть не более 15 дБ. На тропических широтах сезонное изменение заметно слабее.

5 Напряженность поля в дневное время

В Европе медианное значение напряженности поля в дневные часы зимой на 25 дБ меньше величины E_D для ночного времени, получаемой в соответствии с § 2. Летом напряженность поля в дневное время примерно на 60 дБ меньше E_D .

Весной и осенью в Европе величины напряженности поля в дневное время занимают промежуточное положение между летними и зимними значениями.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 684

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ НА ЧАСТОТАХ
НИЖЕ ПРИБЛИЗИТЕЛЬНО 500 кГц

(Исследовательская программа 31D/6)

(1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

(a) что имеется необходимость дать инженерам руководство для планирования радиослужб в диапазоне частот ниже приблизительно 500 кГц;

(b) что в Отчетах 265 и 895 описываются методы, разработанные для оценки напряженности поля на частотах ниже приблизительно 500 кГц, а, с другой стороны, в Отчете 575 приводятся описания других методов, которые были разработаны для полосы частот 150-1705 кГц,

ПРИЗНАВАЯ,

что методы, изложенные в этих Отчетах, все же нуждаются в проверке в мировом масштабе, поскольку они основаны, главным образом, на наблюдениях в Районе 1 МСЭ,

ЕДИНОДУШНО РЕКОМЕНДУЕТ,

чтобы методы, изложенные в Отчете 265 (скачковый метод) и в Отчете 895 (волноводно-модовый метод), были приняты для использования при оценке напряженности поля на частотах ниже приблизительно 500 кГц с учетом некоторых ограничений, подчеркнутых в Приложении I.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ
НА ЧАСТОТАХ НИЖЕ 500 кГц

Волноводно-модовый метод, описанный в Отчете 895, следует применять для прогнозирования напряженности поля на частотах приблизительно до 60 кГц, используя для ионосферного параметра β/H' на дневных трассах величину 0,3/74, пока не появится возможность получить дополнительные данные, учитывающие изменения в зависимости от положения, сезона, солнечной активности и частоты. В Отчете приводится более подробная модель для ночных трасс, которая является функцией частоты и широты.

Так как Земля служит нижней границей волновода, то мировая карта проводимости почвы (например, Отчет 717) является необходимой частью любой программы, разработанной для глобального применения. Карта проводимости почвы, используемая в настоящее время на ОНЧ и НЧ, составлена, главным образом, на основе геологических данных.

Скачковый метод, изложенный в Отчете 265, следует применять на частотах приблизительно от 60 до 500 кГц. Результаты, полученные посредством этого метода и метода, описанного в Рекомендации 435, находятся в хорошем согласии в перекрывающейся полосе частот.

При использовании этого метода необходимо учитывать механизм распространения поверхностной волны (Рекомендация 368) и соответствующие допущения относительно к.п.д. антенны в вертикальной плоскости, принимая во внимание сведения, содержащиеся в Отчетах 265 и 575.

РАЗДЕЛ 6Е: ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИОНОСФЕРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ ПРИБЛИЗИТЕЛЬНО МЕЖДУ 1,6 И 30 МГц

РЕКОМЕНДАЦИЯ 371-6

ВЫБОР ИНДЕКСОВ ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНЫХ ИОНОСФЕРНЫХ ПРОГНОЗОВ

(Вопрос 34/6)

(1963–1970–1974–1978–1982–1986–1990)

МККР

ЕДИНОДУШНО РЕКОМЕНДУЕТ,

1. чтобы скользящее среднее за 12 месяцев значение солнечных пятен R_{12} было принято в качестве индекса, который следует использовать для всех ионосферных прогнозов с заблаговременностью более двенадцати месяцев, считая от даты последней наблюдавшейся величины R_{12} ;
2. чтобы R_{12} или скользящие средние за 12 месяцев значения индексов IG или F были приняты в качестве индексов, которые следует использовать для прогнозирования месячных медианных значений $foF2$ и $M(3000)F2$ с заблаговременностью определенно до шести и, возможно, до двенадцати месяцев, считая от даты последних наблюдавшихся величин: по существу использование любого из этих индексов должно приводить к равнозначным результатам;
3. чтобы F_{12} был принят в качестве индекса, который следует использовать для прогнозирования месячных медианных значений foE и $foF1$ с заблаговременностью определенно до шести и, возможно, до двенадцати месяцев, считая от даты последней наблюдавшейся величины;
4. чтобы проявлялась осторожность при использовании рекомендуемых индексов на высоких широтах, где разрабатываемые прогнозы не могут обладать достаточной точностью.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

1 Введение

Понятие индексов для долгосрочных ионосферных прогнозов основано на предположении, что такие важные характеристики ионосферы, как критические частоты различных ионосферных слоев и коэффициент МПЧ $M(3000)F2$ имеют систематическую зависимость от определенных величин, которые можно измерить и которые связаны с солнечным излучением. Следует отметить, однако, что корреляция между этими индексами и действительными характеристиками ионосферы не означает причинную зависимость, а скорее указывает на связанные явления. В общем, изменения солнечной активности характеризуются тремя составляющими:

- сравнительно регулярной составляющей с периодом около 11 лет, который представляет собой хорошо известный цикл солнечной активности;
- составляющей, которая имеет квазипериод продолжительностью около года или несколько меньше; и
- неустойчивыми флуктуациями с периодом продолжительностью менее месяца.

2. Число солнечных пятен

Для изучения основной составляющей солнечного цикла используется скользящее среднее за 12 месяцев число солнечных пятен R_{12} , так как в результате сглаживания значительно уменьшаются сложные, быстро меняющиеся компоненты, однако не маскируется медленно меняющаяся составляющая.

Определение R_{12} дается уравнением:

$$R_{12} = \frac{1}{12} \left[\sum_{n-5}^{n+5} R_k + \frac{1}{2} (R_{n+6} + R_{n-6}) \right],$$

в котором R_k – среднее суточное число солнечных пятен для одного месяца k , а R_{12} – сглаженный индекс для месяца, где $k = n$.

Использование R_{12} связано с двумя основными недостатками:

- самая поздняя из имеющихся величин обязательно относится к месяцу, который, по крайней мере, на 6 месяцев предшествует настоящему времени;
- его нельзя использовать для прогнозирования краткосрочных вариаций солнечной активности.

Тем не менее, R_{12} является, по-видимому, параметром, наиболее пригодным для долгосрочных исследований и прогнозов, имеющих отношение к слою $F2$.

3 Индекс Ф

Канадской, японской и другими лабораториями проведены последовательные и достаточно продолжительные серии наблюдений потока солнечного радиошума на волне около 10 см. В качестве эталонных данных для этого индекса следует рассматривать полученные в Оттаве средние месячные значения суточных величин Φ , выраженные в единицах $10^{-22} \text{ Вт м}^{-2} \text{ Гц}^{-1}$. Φ более тесно коррелирован с критической частотой слоя E, чем величины потока шума на других длинах волн [Kundu, 1960 г.]. Так как наблюдения солнечного потока имеются только начиная с 1947 г., число солнечных пятен остается одной из наиболее продолжительных серий наблюдений природного явления. Поэтому поддерживаются непрерывный сбор и запись результатов наблюдений солнечных пятен.

4 Ионосферный индекс солнечной активности IG

Индекс солнечной активности IG для прогнозирования foF2, выведенный из ионосферных наблюдений, разработан [Liu и др., 1983 г.] специально для использования с картами МККР в версии Осло (см. также Мнение 82).

5 Другие индексы

На базе измерений полуденных значений foF2, выполненных на ионосферных обсерваториях с давними традициями, был разработан индекс I_{F2} . Миннис [1964 г.] показал, что I_{F2} лучше коррелировался с foF2, чем любой другой из имевшихся в то время индексов. Еще один индекс, T , разработанный в Австралии [IPSD, 1968 г.] по данным измерений на 30 станциях, основан на среднем значении месячных медианных величин foF2 за каждый час. Вывод индекса подобен выводу I_{F2} , за исключением того, что используются данные за все часы.

6 Корреляция между различными индексами

Соотношение между наблюдаемыми величинами R_{12} , Φ , IG_{12} и I_{F2} характеризуется следующими числами и выражениями.

На рис. 1 показана усредненная зависимость между R_{12} и Φ , определенная по данным за 1947–1966 гг. [Joachim, 1966 г. а), 1966 г. б)]. Эта зависимость соответствует выражению:

$$\Phi = R_{12} + 46 + 23e^{-0,05 R_{12}} \quad (2)$$

Стюарт и Лефтин [1972 г.] исследовали зависимость между R_{12} и Φ_{12} . Они предложили уравнение, также представленное на рис. 1:

$$\Phi_{12} = 63,7 + 0,728 R_{12} + 8,9 \times 10^{-4} R_{12}^2 \quad (3)$$

На основе данных за 1943–1981 гг. [Liu и др., 1983 г.] получено соотношение между R_{12} и IG_{12} в виде:

$$IG_{12} = -8,2 + 1,426 R_{12} - 0,00257 R_{12}^2 \quad (4)$$

Рядом исследователей рассматривалась взаимосвязь между R_{12} и I_{F2} . Используя данные за 1938–1960 гг., Баркли [1962 г.] сделал вывод, что эти величины связаны зависимостью:

$$R_{12} = 11,44 + 0,478 I_{F2} + 0,00278 I_{F2}^2 \quad (5)$$

Это выражение отражено на рис. 2.

Йоахим [1966 г. а)] изучил зависимость между R_{12} и I_{F2} отдельно для восходящей и нисходящей ветвей солнечной активности. Полученная им усредненная по всем данным зависимость (см. рис. 2) дается выражением:

$$I_{F2} = (2,05 + 0,001 R_{12}) R_{12}^{(0,946 - 0,00047 R_{12})} - 20 \quad (6)$$

Магглетон и Курие [1968 г.] вывели отдельные выражения для зависимости между R_{12} и I_{F2} для каждой половины солнечного цикла в период 1938–1958 гг.

В таблице I приводятся зависимости между T и R_{12} для различных месяцев года [IPSD, 1968 г.].

Следует отметить, что приведенные выше соотношения в несколько измененном виде найдут применение в различных циклах солнечной активности.

ТАБЛИЦА 1 – Соотношение между ионосферным индексом T , используемым администрацией Австралии и R_{12}

$$T = c + d \cdot R_{12}$$

Месяц	Начальные ординаты (c)	Наклон (d)
Январь	-1,58	0,96
Февраль	0,81	0,94
Март	-0,65	0,97
Апрель	-0,54	0,99
Май	-0,06	1,00
Июнь	0,34	1,01
Июль	-0,18	1,00
Август	1,19	0,97
Сентябрь	2,70	0,93
Октябрь	1,87	0,93
Ноябрь	2,45	0,92
Декабрь	-0,04	0,96

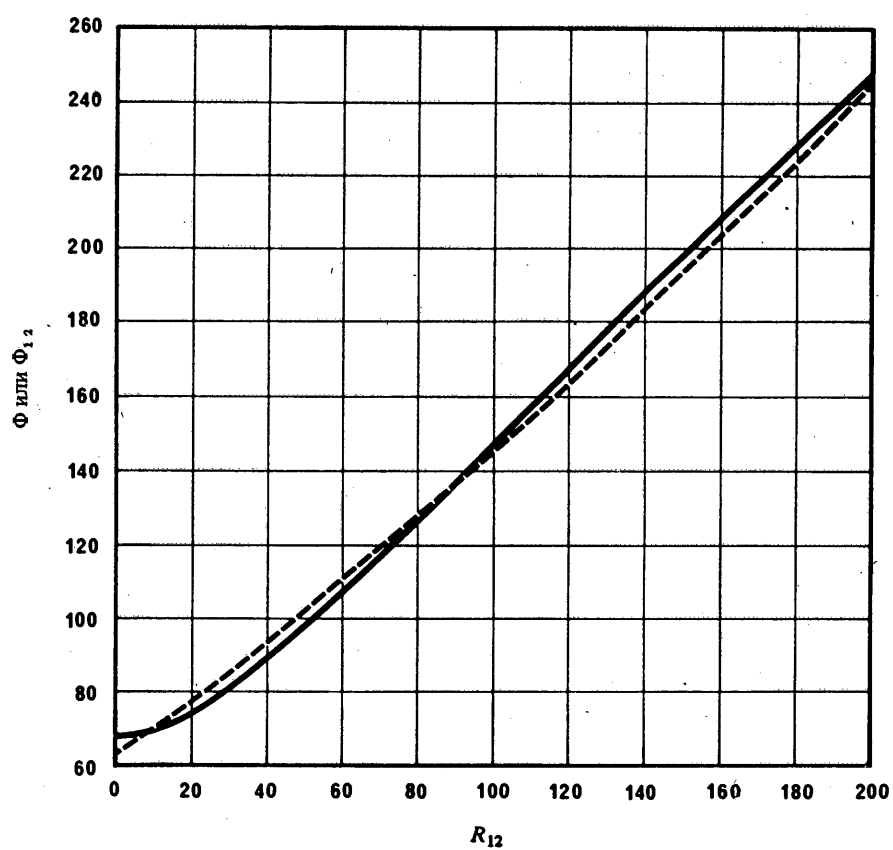
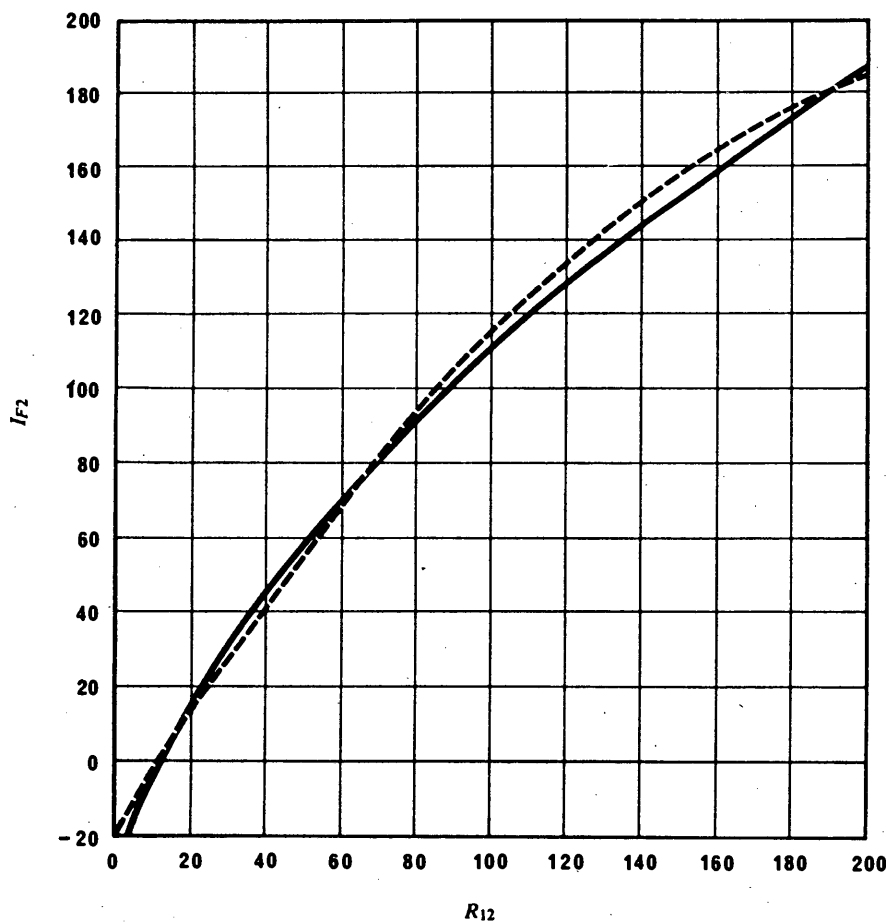


РИСУНОК 1 – Соотношение между R_{12} и Φ или Φ_{12}

— взаимосвязь с Φ (из уравнения (2))
 - - - - - взаимосвязь с Φ_{12} (из уравнения (3))

РИСУНОК 2 — Соотношение между R_{12} и I_{F2}

— из уравнения (5)

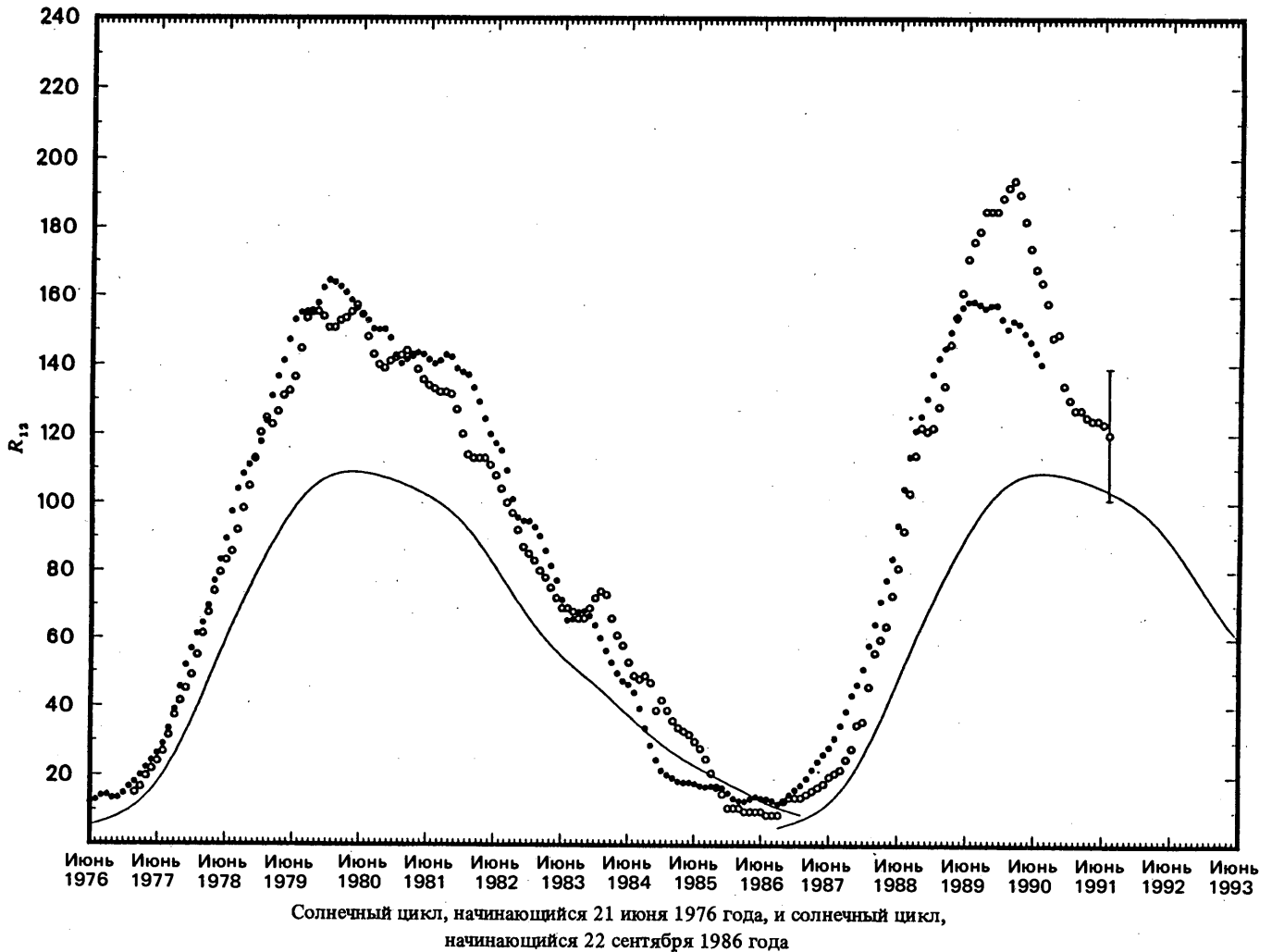
- - - из уравнения (6)

7. Прогнозирование индексов

Все еще не существует метода, посредством которого можно было бы дать достоверный прогноз индексов на следующий солнечный цикл или, в более широком смысле, на цикл, который еще не начался. Не доказана польза применения для прогнозирования индексов на новый цикл методов гармонического анализа или эмпирических и статистических законов, выведенных из наблюдений за прошлые или совсем недавние циклы. Дальнейшее развитие цикла может быть экстраполировано после наблюдений в минимуме числа солнечных пятен, хотя отмечались и экстремальные отклонения.

Исследования различных способов прогнозирования, предпринятые Секретариатом МККР в 1956 г., привели к выводу, что уменьшить ошибку прогнозирования солнечного индекса R_{12} ниже, чем на 10, невозможно. Полагается, что могут принести пользу только статистические методы (сравнение циклов или автокорреляция); методы, основанные на гармоническом анализе, никогда не приводили к удовлетворительным результатам.

В Соединенных Штатах Америки для прогнозирования R_{12} используется объективный метод Мак-Ниша — Линкольна, усовершенствованный Стюартом и Островым [1970 г.]. Сначала рассчитывается средний цикл с учетом всех прошлых величин R_{12} , начиная с минимума солнечных пятен каждого цикла в течение последующих одиннадцати лет. Для прогнозирования определенной величины текущего цикла в качестве первого приближения берется значение среднего цикла в соответствующее время после минимума (рис. 3). Эта оценка улучшается вводом коррекции, пропорциональной отклонению последней наблюдавшейся величины текущего цикла от среднего цикла. Используя современные компьютерные программы, можно по мере поступления очередных данных наблюдений разрабатывать новые прогнозы на каждый месяц оставшейся части цикла. Статистическая неопределенность прогнозирования для нескольких первых месяцев, следующих за датой последней наблюдавшейся величины, достаточно мала, однако она становится значительной для прогнозов с заблаговременностью 12 и более месяцев. После отождествления минимума можно рассчитать новые коэффициенты коррекции, применяя к новому циклу наблюдавшиеся величины цикла предыдущего.

РИСУНОК 3 — Число солнечных пятен R_{12} по прогнозам и наблюдениям

- среднее за циклы с 8-го по 21-й
 наблюдавшееся сглаженное
 o o o o o по прогнозам сглаженное на год вперед

В СССР разработка прогнозов относительного числа солнечных пятен базируется на одном из методов прогнозирования, предложенных Витинским [1973 г.].

В Соединенном Королевстве регулярно разрабатываются также прогнозы IG_{12} с применением модифицированной версии метода Мак-Ниша — Линкольна. Подробности даются Смитом [1986 г.], который показал, что прогнозы IG_{12} имеют большую точность, чем R_{12} , особенно на периоды с заблаговременностью больше года.

В Соединенном Королевстве регулярно, путем экстраполяции скользящих средних за 12 месяцев величин, разрабатываются прогнозы индекса I_{F2} с заблаговременностью на 6 месяцев. Процедура, используемая для определения тенденции на будущее, состоит в сопоставлении величин, относящихся к текущему и предшествующим циклам солнечной активности; при экстраполяции за исходные данные принимаются величины и скорости их изменения в те же самые фазы предыдущих циклов [Smith, 1968 г.]. Субъективные оценки, выполненные посредством этого метода, нормализованы к величинам, полученным другими способами, в моменты времени, близкие к солнечному максимуму и минимуму, где циклы имеют переломные точки. Соответствующие статистические соотношения, как, например, изменение R_{12} в различные моменты времени после максимума и минимума солнечных пятен относительно максимальной для цикла величины этого индекса, служат целям обеспечения необходимой информацией о характере цикла, причем полученные таким образом числа солнечных пятен переводятся в величины I_{F2} с помощью формулы, приведенной в § 6, выше.

Секретариатом МККР разрабатываются на основе метода Мак-Ниша — Линкольна прогнозы Φ_{12} .

Измеренные и прогнозируемые величины R , Φ , IG , I_{F2} и их усредненные за 12 месяцев скользящие значения публикуются в ежемесячных циркулярах МККР, а также в Telecommunication Journal МСЭ.

8. Сравнение индексов

В [МККР, 1982–1986 гг. а), б), с) и d)] приведены результаты исследований ошибок прогнозирования foF2 при использовании IG_{12} и R_{12} . Это сопоставление выполнялось по данным многих станций с охватом ряда широт, долгот и периодов сравнения. Сообщение о подобных же исследованиях было опубликовано в [Wilkinson, 1982 г.; МККР, 1985 г.]. В этих исследованиях использовались результаты по крайней мере десятилетних наблюдений на 13 станциях вертикального зондирования. Сравнивались IG , R_{12} , I_{F2} и T , а также другие индексы.

Из этих исследований вытекает, что преимуществ одного индекса над другим недостаточно, чтобы можно было отдать предпочтение использованию какого-либо из них. Однако при тщательном сопоставлении выявляется преимущество индексов, выведенных из ионосферных наблюдений, например IG_{12} . Хотя разница в точности, полученная при использовании этого индекса, невелика, дальнейшего ее повышения можно было бы ожидать за счет использования чисто ионосферного индекса.

ССЫЛКИ

- ВИТИНСКИЙ, Я.И. [1973 г.] Циклы и прогнозы солнечной активности. Академия наук СССР, Ленинград.
- BARCLAY, L.W. [1962] Variations in the relation between sunspot number and I_{F2} . *J. Atmos. Terr. Phys.*, 24, 547-549.
- IPSD [1968] The development of the ionospheric index T . Report IPS-R11. Ionospheric Prediction Service, Sydney, Australia.
- JOACHIM, M. [1966a]. Study of correlation of the three basic indices of ionospheric propagation: R_{12} , I_{F2} and Φ . *Nature*, Vol. 210, 289-290.
- JOACHIM, M. [1966b] Un effet d'hysteresis ionospherique. *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, B, 263, 92-94.
- KUNDU, M.R.J. [1960] Solar radio emission on centimeter waves and ionization of the E-layer of the ionosphere. *J. Geophys. Res.*, 65, 3903-3907.
- LIU, R.Y., SMITH, P.A. and KING, J.W. [1983] A new solar index which leads to improved foF2 predictions using the CCIR Atlas. *Telecomm. J.*, Vol. 50, VIII, 408-414.
- MINNIS, C.M. [1964] Ionospheric indices. *Advances in Radio Research*, Vol. II, Ed. J.A. Saxton. Academic Press. London and New York.
- MUGGLETON, L.M and KOURIS, S.S. [1968] Relation between sunspot number and the ionospheric index I_{F2} . *Radio Sci.*, 3, 1109-1110.
- SMITH, P.A. [1968] An ionospheric prediction system based on the index I_{F2} . *J. Atmos. Terr. Phys.*, 30, 177-185.
- SMITH, P.A. [1986] Some techniques used to predict solar activity through the 11-year cycle. Solar-Terrestrial Predictions: Proceedings of a Workshop at Meudon, France, 18-22 June, 1984, p. 8, Ed. P.A. Simon, G. Heckman and M.A. Shea, published by National Oceanic and Atmospheric Administration, 325 Broadway, Boulder, Colorado 80303, USA, and Air Force Geophysics Laboratory, Hanscom AFB, Bedford, Mass. 01731, USA.
- STEWART, F.G. and LEFTIN, M. [1972] Relationship between Ottawa 10.7 cm solar radio noise flux and Zurich sunspot number. *Telecomm. J.*, 39, 159-169.
- STEWART, F.G. and OSTROW, S.M. [1970] Improved version of the McNish-Lincoln method for prediction of solar activity. *Telecomm. J.*, 37, 228-232.
- WILKINSON, P.J. [1982] A comparison of monthly indices of the ionospheric F region. IPS Tech. Rep. R-41. Ionospheric Prediction Service, Sydney, Australia.

Документы МККР

- [1982–86 гг.]: а. 6/181 (Франция); б. 6/188 (Германская Демократическая Республика); с. 6/204 (Япония); d. 6/207 (Китайская Народная Республика).
- [1985 г.]: ВРГ 6/1 Док. 256 (США).

РЕКОМЕНДАЦИЯ 434-4

АТЛАС ИОНОСФЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МККР

(Вопрос 25/6)

(1966–1970–1974–1978–1982)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

- (a) что настоящее издание Атласа включает в себя Отчет 340-5, публикуемый отдельно, наряду с соответствующими данными на магнитных лентах и компьютерными программами;
- (b) что в Атласе содержатся опорные данные и формулы для оценки характеристик распространения радиоволн и состояния ионосферы;
- (c) что требования к этим данным отличаются для различных применений;

ЕДИНОДУШНО РЕКОМЕНДУЕТ:

1. чтобы для оценки основной МПЧ посредством ЭВМ с достаточным быстродействием использовались данные, содержащиеся в Части 12 Отчета 340-6.
2. чтобы для оценки основной МПЧ вручную использовались данные, содержащиеся в Части 10 Отчета 340-6.
3. чтобы для оценки f_oE_s и f_bE_s использовались данные, содержащиеся в Части 6 Отчета 340-6.
4. чтобы для оценки $h'F$ и $h'F, F_2$ использовались данные, содержащиеся в Части 8 Отчета 340-6.
5. чтобы для оценки относительного времени появления диффузного слоя F использовались данные, содержащиеся в Части 7 Отчета 340-6.
6. чтобы для определения модели вертикального распределения электронной концентрации в областях E и F использовались данные, содержащиеся в Части 9 Отчета 340-6.

Примечание 1. — Администрации и организации, а также МКРЧ, имеющие доступ к ЭВМ, должны пользоваться компьютерной версией Атласа; в других случаях следует использовать имеющиеся в Атласе ручные методы.

Примечание 2. — Директору МККР поручается хранить программы для ЭВМ и данные на магнитных лентах, перечисленные в Резолюции 63, в виде, пригодном для распространения.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 533-2

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ВОЛНЫ
В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ МЕЖДУ 2 И 30 МГц

(Исследовательская программа 30А/6)

(1978–1982–1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

(а) что МККР разработал три различных, основанных на применении ЭВМ метода оценки напряженности поля, представленных в Отчете 252, Дополнении к Отчету 252 и Отчете 894:

- метод, изложенный в Отчете 252, явился первой согласованной на международном уровне процедурой, разработанной в 1970 г.;
- метод, изложенный в Дополнении к Отчету 252, был сформулирован в 1978 г. в качестве совершенно новой процедуры. Этот метод имеет довольно сложный характер, поскольку в нем сделана попытка смоделировать широкий круг физических явлений, которые, как полагалось, играют важную роль в распространении ВЧ. Разработка соответствующей программы для ЭВМ была завершена в 1987 г.;
- метод, изложенный в Отчете 894, явился развитием упрощенного метода, разработанного МККР для использования на ВАКР ВЧРВ. Диапазон его применимости по частоте расширен до 2–30 МГц, что позволяет воспользоваться им при оценке распространения радиоволн не только для ВЧ радиовещания, но и применительно к другим радиосистемам. Имеются разработки метода, содержащегося в Отчете 894, рассчитанные на применение ЭВМ;

(b) что сопоставление с Банком Данных D1 МККР (см. Резолюцию 63, Отчет 571 и Отчет 1150) показало, что метод, содержащийся в Отчете 894, сравним по точности с другими, более сложными методами;

(с) что Отчет 252 и Дополнение к нему сохраняются для использования в случае необходимости;

(d) что сформулированы прикладные машинные коды, которые имеются в Секретариате МККР (см. Резолюцию 63),

ЕДИНОДУШНО РЕКОМЕНДУЕТ,

1. чтобы для прогнозирования напряженности поля пространственной волны в полосе частот между 2 и 30 МГц с помощью ЭВМ использовалась информация, содержащаяся в Отчете 894;
 2. чтобы в отдельных случаях, например при необходимости обладать дополнительной информацией или для помощи при разработке более совершенных методов, использовались методы, описанные в Отчете 252 и Дополнении к нему;
 3. чтобы администрации и МККР приложили усилия к улучшению методов прогнозирования для повышения их эксплуатационных удобств и точности.
-

РАЗДЕЛ 6F: ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИОНОСФЕРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН И
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГНОЗОВ НА ЧАСТОТАХ ВЫШЕ ПРИБЛИЗИТЕЛЬНО 30 МГц

РЕКОМЕНДАЦИЯ 531-1

**ИОНОСФЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАДИОСИСТЕМЫ,
В СОСТАВ КОТОРЫХ ВХОДЯТ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ**

(Вопросы 36/6, 37/6)

(1978–1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

что ионосферные эффекты могут оказывать влияние на проектирование ISDN (Объединенной сети передачи цифровых данных) и других радиосистем, в состав которых входят космические аппараты,

ЕДИНОДУШНО РЕКОМЕНДУЕТ,

чтобы при планировании и проектировании таких систем использовалась в качестве необходимой информация, содержащаяся в Отчетах 262 и 263.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 534-3

МЕТОД РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ
ПОСРЕДСТВОМ СПОРАДИЧЕСКОГО СЛОЯ E

(Вопрос 41/6)

(1978–1982–1986–1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

- (a) что распространение радиоволн посредством спорадического слоя E служит важным источником помех в нижней части ОВЧ;
- (b) что доказана практичность и надежность метода расчета напряженности поля при распространении посредством спорадического слоя E, приведенного в Приложении I к данной Рекомендации;
- (c) что других практических методов не существует,

ЕДИНОДУШНО РЕКОМЕНДУЕТ,

1. чтобы метод расчета, изложенный в Приложении I, был принят в качестве метода, используемого для оценки напряженности поля при распространении посредством спорадического слоя E на низких и средних геомагнитных широтах;
2. чтобы проводилось накопление данных относительно foEs и напряженности поля при Es-распространении, особенно в районах, расположенных на высоких широтах. Тем временем следует соблюдать осторожность при использовании в этих районах метода, изложенного в Приложении I.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

МЕТОД РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ
РАДИОВОЛН ПОСРЕДСТВОМ СПОРАДИЧЕСКОГО СЛОЯ E

1. Введение

В настоящем тексте излагается статистический метод расчета напряженности поля сигналов, распространяющихся посредством ионосферного спорадического слоя E (Es) на ОВЧ и, возможно, в верхней части диапазона ВЧ на расстояниях до 4000 км. Этот расчет базируется на факте весьма тесной корреляции напряженности поля с foEs, то есть критической частотой спорадического слоя E при вертикальном падении в средней точке трассы. Следует отметить, что метод правомерно применять к ионосферной радиолинии в случае отсутствия регулярного способа распространения через слои E или F2. Поэтому, пользуясь им на ВЧ, следует соблюдать осторожность, если существует вероятность распространения посредством регулярного слоя. (См. Рекомендацию 533, относящуюся к распространению посредством регулярных слоев.) Этот метод, в основных чертах повторяющий метод, описанный Мийя и Сасаки [1966 г.], Мийя и др. [1978 г.], был усовершенствован, в частности, путем модификации первоначальных диаграмм ионосферного поглощения с учетом результатов десятилетней измерительной кампании EBU [EBU, 1976 г.] и включения некоторых карт foEs, предоставленных членами Временной Рабочей группы 6/8. Так как посредством Рекомендации получают данные, относящиеся к геомагнитным широтам в пределах $\pm 60^\circ$, необходимо продолжить изучение применимости метода, особенно в области высоких широт.

В хорошем согласии с этим методом прогнозирования находятся результаты экспериментов, проведенных в СССР на частотах 9, 14, 24 и 44 МГц на трассе протяженностью 1050 км [МККР, 1978-82 гг.] и в Аргентинской Республике на частоте 47,620 МГц на трассе длиной 1070 км [Гиральдес, 1984 г.], причем оба эксперимента относятся к районам средних широт.

В экваториальной зоне некоторые экспериментальные данные с очевидностью указывают на распространение радиоволн посредством Es, которые следует отличать от значительно более существенных эффектов, связанных с трансэкваториальным распространением (ТЭР) в этой области (см. Отчет 259). Значения напряженности поля на низких широтах при распространении посредством Es примерно совпадают с оценками для средних широт, получаемыми согласно данному Приложению. Однако наиболее изменчивым параметром является процент времени появления критической частоты (foEs) при вертикальном падении (рис. 2–6 для средних геомагнитных широт). Поэтому для области низких геомагнитных широт предусматриваются другие кривые, изображенные на рис. 16–21.

Метод обладает следующими особенностями:

- прогноз напряженности поля при распространении посредством Es основан на статистическом соответствии величины ионосферного поглощения значению f_oE_s при данной частоте появления;
- ионосферное поглощение сигналов, отраженных Es, представляется зависимостью от отношения частоты сигнала f к f_oE_s и расстояния по поверхности земли между передающей и приемной станциями;
- для быстрой и легкой оценки величины напряженности поля при распространении посредством Es предусмотрено некоторое количество полезных вероятностных диаграмм и мировых карт f_oE_s .

2 Формула для расчета напряженности поля при распространении посредством Es

Напряженность поля сигналов, распространяющихся посредством Es, может быть выражена следующим образом:

$$E = E_0 + P + G_t - L_t - \Gamma \quad \text{дБ} \quad (1)$$

$$E_0 = 105 - 20 \log l \quad \text{дБ}, \quad (2)$$

где:

- E : прогнозируемая напряженность поля (дБ (мкВ/м));
- E_0 : теоретическое, обратно пропорциональное расстоянию значение напряженности поля для мощности излучения 1 кВт и изотропной передающей антенны;
- P : мощность передатчика (дБ (1 кВт));
- G_t : усиление передающей антенны относительно изотропной антенны (дБ);
- L_t : потери в передающей антенне (дБ);
- Γ : ионосферное поглощение (дБ), представленное на рис. 1 сплошными линиями;
- l : длина траектории передачи (км), (см. уравнение (5)).

Применительно к расчетам на ЭВМ Γ для односкачкового распространения сигнала, $\Gamma_{(1-\text{скач.})}(d)$, приблизительно дается выражением:

$$\Gamma_{(1-\text{скач.})}(d) = \left\{ \frac{40}{1 + \left(\frac{d}{130}\right) + \left(\frac{d}{250}\right)^2} + 0,2 \left(\frac{d}{2600}\right)^2 \right\} \left(\frac{f}{f_oE_s} \right)^2 + \exp \left(\frac{d - 1660}{280} \right), \quad (3)$$

а Γ для двухскачкового распространения сигнала, $\Gamma_{(2-\text{скач.})}(d)$, приблизительно:

$$\Gamma_{(2-\text{скач.})}(d) = 2,6 \Gamma_{(1-\text{скач.})} \left(\frac{d}{2} \right) \quad (4)$$

и

l : длина траектории передачи (км) определяется формулой:

$$l = (d^2 + 4h^2)^{1/2}, \quad (5)$$

где:

- h : высота слоя Es (км);
- d : расстояние по земной поверхности между передающей и приемной станциями (км);
- f : частота сигнала (МГц);
- f_oE_s : критическая частота спорадического слоя E при вертикальном падении и данной частоте появления (МГц).

Точность, с которой уравнения (3) и (4) воспроизводят измеренные величины Γ , проясняет рис. 1, где кривые, соответствующие этим уравнениям, нанесены штриховыми линиями. Уравнение (3) должно применяться только на расстояниях, не превышающих 2600 км, и в интервале величин f/f_oE_s от 1 до 8; при этом ошибка не будет превышать 5 дБ. Применение уравнения (4) должно ограничиваться расстояниями от 2600 до 4000 км и величинами f/f_oE_s от 2 до 5,5; в этом случае ошибка не будет превышать 10 дБ.

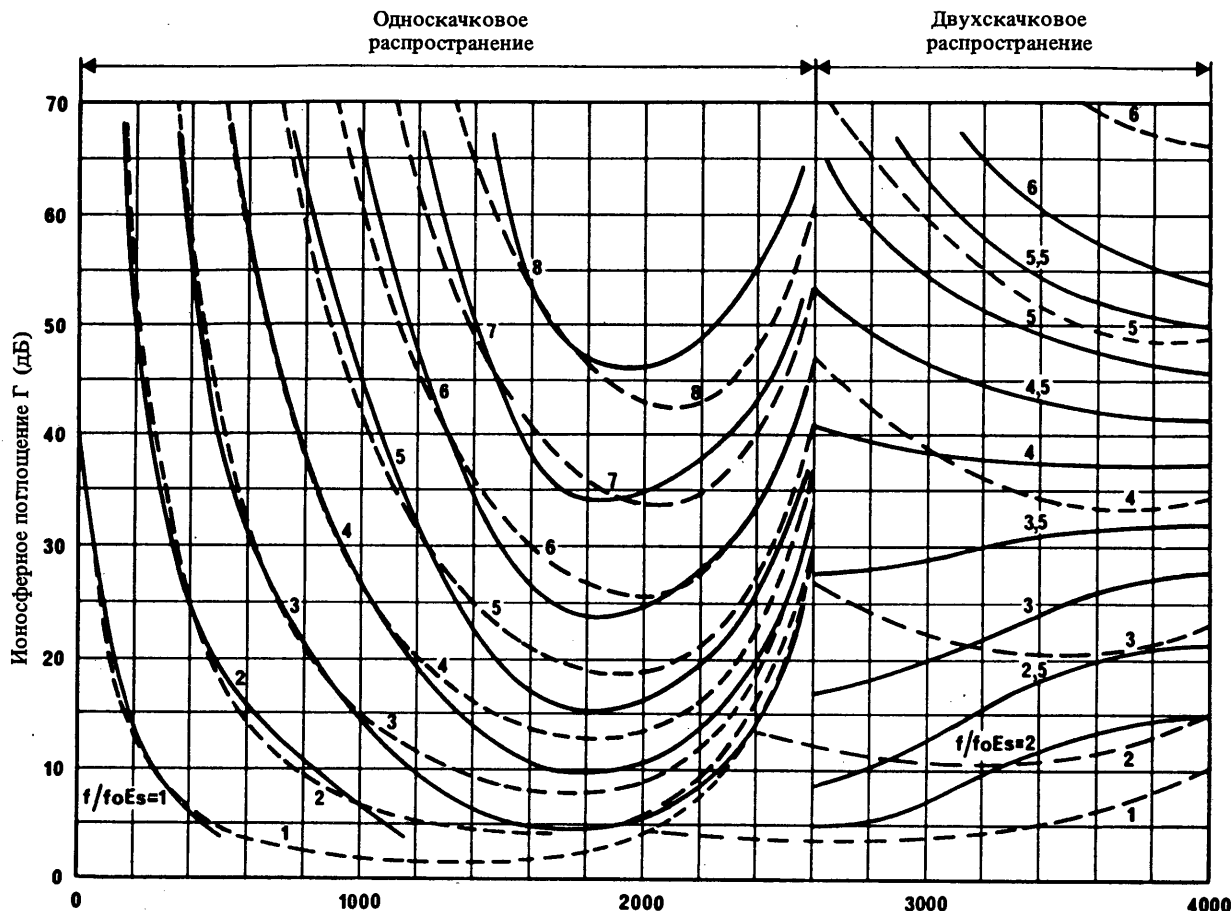


РИСУНОК 1 — График ионосферного поглощения Γ при распространении посредством E_s

— по данным наблюдений
 - - - - - из эмпирических формул (3) и (4)

3. Процедура расчета напряженности поля при распространении посредством спорадического слоя E

Процедура расчета напряженности поля при распространении радиоволн посредством E_s состоит в следующем:

- первый шаг: с помощью уравнения (2) вычислите величину E_0 , соответствующую значению l ;
- второй шаг (геомагнитная широта средней точки трассы находится вне пределов $\pm 20^\circ$): с помощью одного из рисунков 2–6 определите в требуемых районе и сезоне величину $foEs$ для данной частоты ее появления. Если требуется более точный прогноз, определите посредством соответствующей карты на рис. 12–15 значение процента времени, в течение которого $foEs$ в средней точке трассы превышает 7 МГц, а затем, проведя на соответствующем рис. 2–6 новую линию, как описано в § 4.1, определите значение $foEs$. Если необходим прогноз суточных вариаций, воспользуйтесь для определения значения $foEs$ одним из рис. 7–11;
- второй шаг (геомагнитная широта средней точки трассы находится в пределах $\pm 20^\circ$): определите угол магнитного наклона в точке отражения волны от ионосферы и с помощью рис. 16–21 вычислите в требуемых районе и сезоне значение $foEs$ для данного процента времени ее появления;
- третий шаг: вычислите $f/foEs$;
- четвертый шаг: воспользовавшись кривыми, проведенными непрерывными линиями на рис. 1, определите величину Γ , соответствующую данному значению d и вычисленному значению $f/foEs$, или найдите приближительную величину Γ согласно уравнениям (3) и (4);
- пятый шаг: используя данные величины P , G_t , L_t и найденную величину Γ , определите из уравнения (1) прогнозируемое значение E .

4. Вероятность появления foEs

Необходимо дать пояснения относительно статистических характеристик foEs, так как последняя испытывает изменения спорадического характера в пространстве и времени. При необходимости иметь прогнозы высокой точности можно воспользоваться мировой картой foEs, например из Части 6 Отчета 340. С другой стороны, в случаях, когда необходимо знать общую тенденцию изменений во времени, очень большую пользу могут также принести упрощенные статистические данные о foEs.

Для целей прогнозирования средней величины напряженности поля при распространении посредством Es подготовлены вероятностные кривые foEs для пяти среднеширотных районов Европы и Северной Африки, Северной Америки, Азии (Дальний Восток), Южной Америки и буферной зоны между этими районами, представленные на рис. 2–11. Подготовлены также вероятностные кривые foEs для низких широт в Америке, Азии и Африке, приведенные на рис. 16–21. В будущем необходимо внести большую ясность в характеристики, относящиеся к высокоширотным районам.

4.1 Средние широты

Для того чтобы иметь подробные географические характеристики foEs, в описание метода включены рис. 12–15 с мировыми картами процента времени, в течение которого значения foEs равны или превышают 7 МГц, для периодов май–август (северное полушарие, лето), ноябрь–февраль (южное полушарие, лето), марта, апреля, сентября и октября (месяцы равноденствия, северное и южное полушария), а также для двенадцати месяцев [Smith, 1976, 1978 гг.]. Как можно видеть, на этих мировых картах контуры равных процентов времени приводятся в пределах не выше 60° северной и южной геомагнитных широт. Область низких широт около геомагнитного экватора исключена.

На рис. 2–6 приводится соотношение между значением foEs и процентом времени его появления. На этих рисунках все кривые для летних и зимних месяцев, а также месяцев равноденствия представлены в виде прямых линий, соединяющих две точки, соответствующие значениям процента времени, в течение которого foEs превышает соответственно 7 МГц и 10 МГц. Они следуют так называемому закону частотной зависимости Филлипса. Этот закон, полученный чисто эмпирическим путем, очень хорошо выполняется на средних широтах для значений процента времени, не превышающих примерно 30%, и для частот выше foEs, критической частоты регулярного слоя E. Необходимо проявлять осторожность при применении закона Филлипса к частотам выше приблизительно 100 МГц, а также к экваториальным и высоким широтам. Закон Филлипса формулируется следующим образом:

$$\log p = a + bf, \quad (6)$$

где:

p : вероятность появления foEs $> f$,

f : частота (МГц),

a и b : подбираемые константы, так что b – наклон зависимости $\log p$ от f .

Значения процента времени, относящиеся к кривым средних годовых величин, составляют в области малого процента времени примерно одну треть от соответствующих значений для летних месяцев. В качестве справки следует указать, что вероятностные кривые служат дополнением к соответствующим рисункам, относящимся к дневному времени (0800 – 2300 час.) в летние месяцы, когда наблюдается наиболее интенсивный спорадический слой E.

Если значение процента времени foEs для 7 МГц, полученное из мировых карт на рис. 12, 13, 14 или 15, отличается от значения, полученного по кривой средней вероятности для района, изображенной на одном из рис. 2–6, то величину foEs можно определить для данного процента времени, используя новую кривую вероятности, проведенную параллельно первоначальной кривой для соответствующего района со смещением, равным разнице этих величин.

На рис. 7–11 представлены суточные изменения вероятности появления foEs в четырехчасовых интервалах времени в вышеуказанных четырех районах для летних и других месяцев согласно их отличительным характеристикам. Следует отметить, что определенный минимум foEs наблюдается вскоре после полудня в районах В и С, особенно летом. С целью прогнозирования в подробностях изменения напряженности поля сигналов, отраженных Es, может понадобиться воспроизвести картину суточных изменений foEs в виде временных интервалов, продолжительность которых короче 4 часов.

4.2 Низкие широты

На рис. 16–21 показано соотношение между величиной foEs и процентом времени ее появления на низких широтах. На этих рисунках ясно видно отличие между очень узкой областью около геомагнитного экватора (угол магнитного наклона $\pm 6^\circ$) и примыкающей областью до $\pm 20^\circ$, которые могут быть названы соответственно экваториальной и субэкваториальной зонами. Из сопоставления рис. 2–6 видно, что субэкваториальная зона, а не экваториальная, подчиняется закону Филлипса.

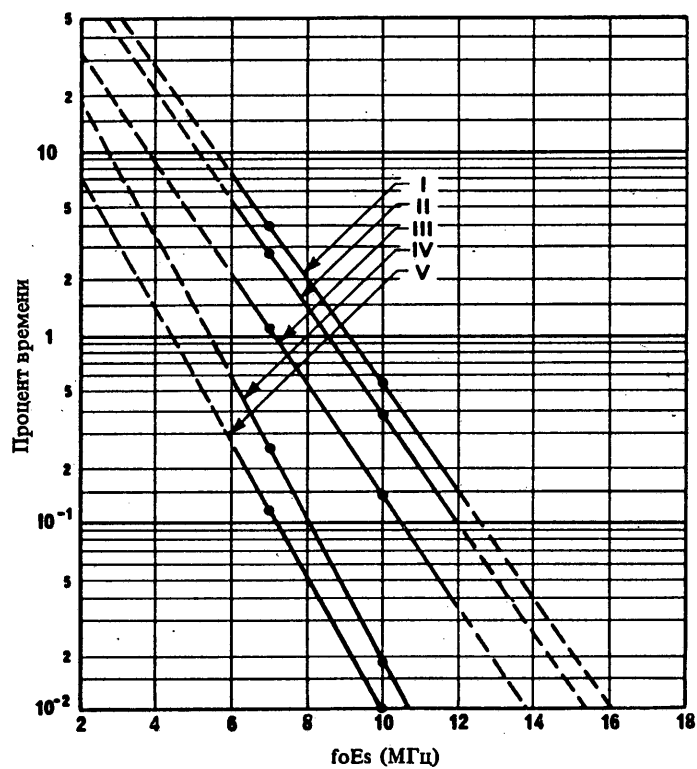


РИСУНОК 2 — Величины f_oE_s , равные или превышаемые в течение указанного процента времени, для района А

Район А: Европа и Северная Африка
 I: май — август (08.00 — 23.00)
 II: май — август
 III: средние годовые
 IV: март, апрель, сентябрь и октябрь
 V: ноябрь — февраль

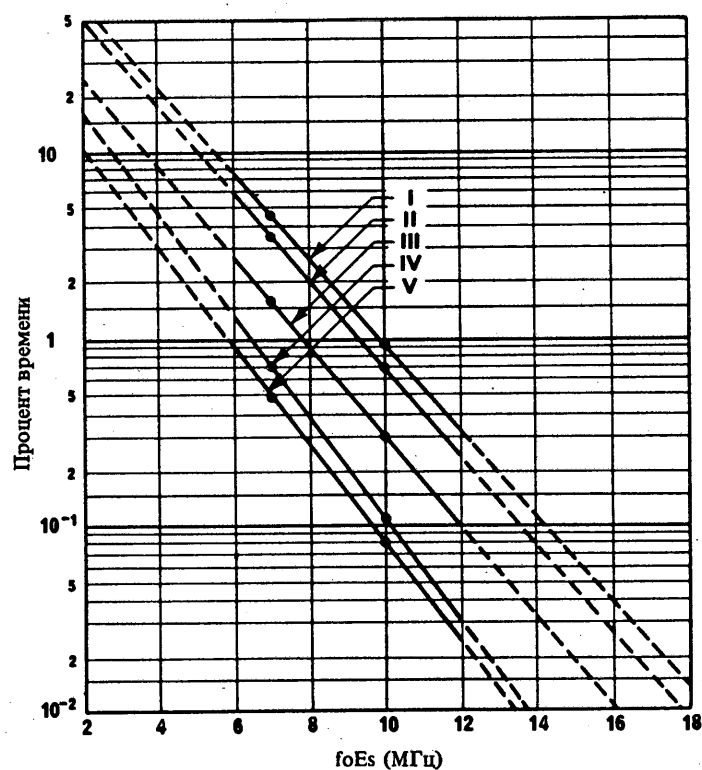


РИСУНОК 3 — Величины f_oE_s , равные или превышаемые в течение указанного процента времени, для района В

- Район В: Северная Америка
 I: май — август (08.00 — 23.00)
 II: май — август
 III: средние годовые
 IV: март, апрель, сентябрь и октябрь
 V: ноябрь — февраль

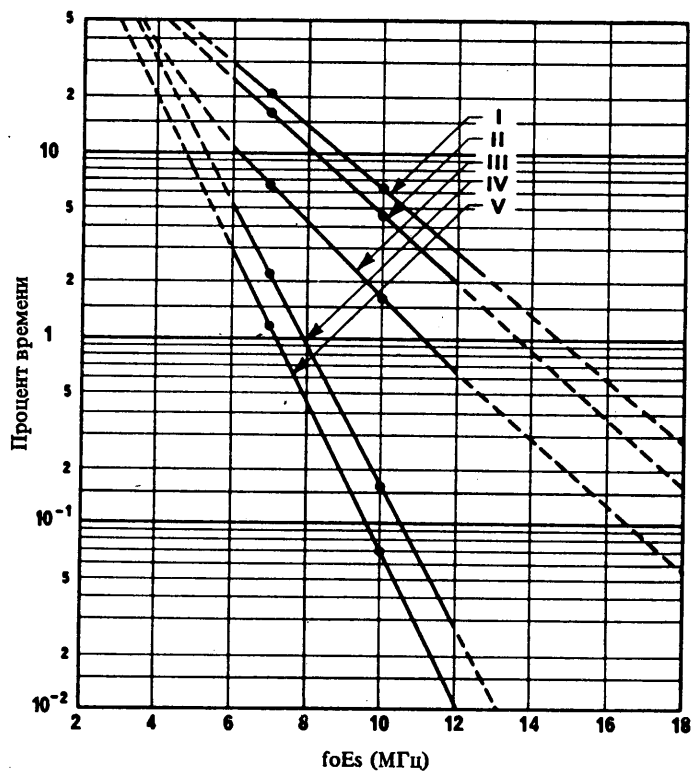


РИСУНОК 4 — Величины f_oE_s , равные или превышаемые в течение указанного процента времени, для района С

Район С: Азия (Дальний Восток)
 I: май — август (08.00 — 23.00)
 II: май — август
 III: средние годовые
 IV: март, апрель, сентябрь и октябрь
 V: ноябрь — февраль

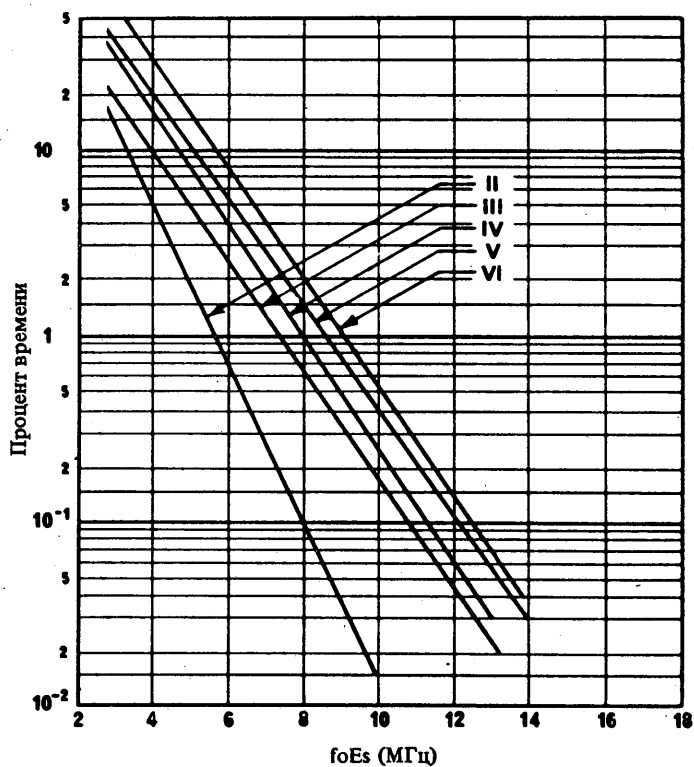


РИСУНОК 5 — Величины f_oE_s , равные или превышаемые в течение указанного процента времени, для района D

- Район D: Южная Америка
 II: май — август
 III: средние годовые
 IV: март, апрель, сентябрь и октябрь
 V: ноябрь — февраль
 VI: ноябрь — февраль (08.00 — 23.00)

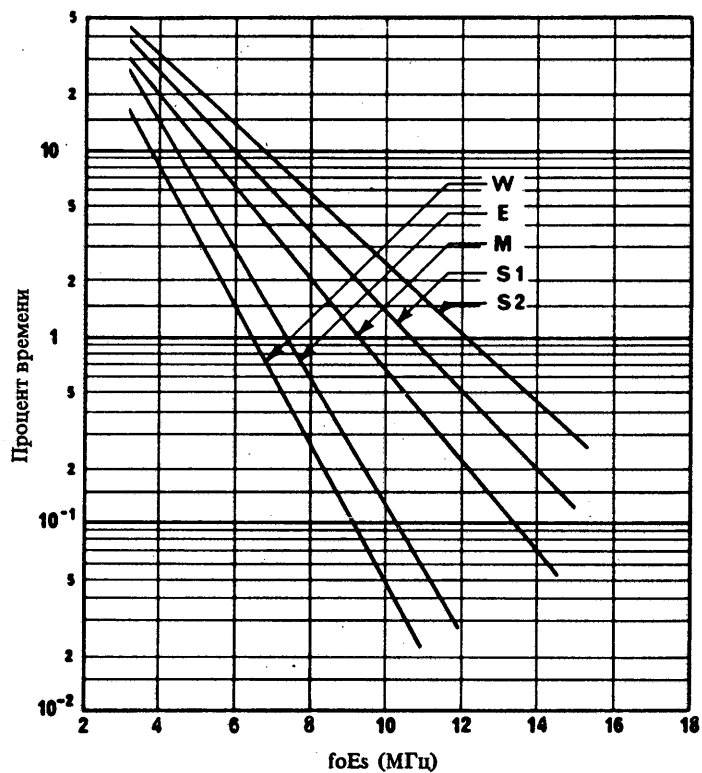


РИСУНОК 6 — Величины f_oE_s , равные или превышаемые в течение указанного процента времени

Средняя величина: районы А, В, С и D

- S1: лето
- S2: лето (08.00 – 23.00)
- M: средние годовые
- E: равноденствие
- W: зима

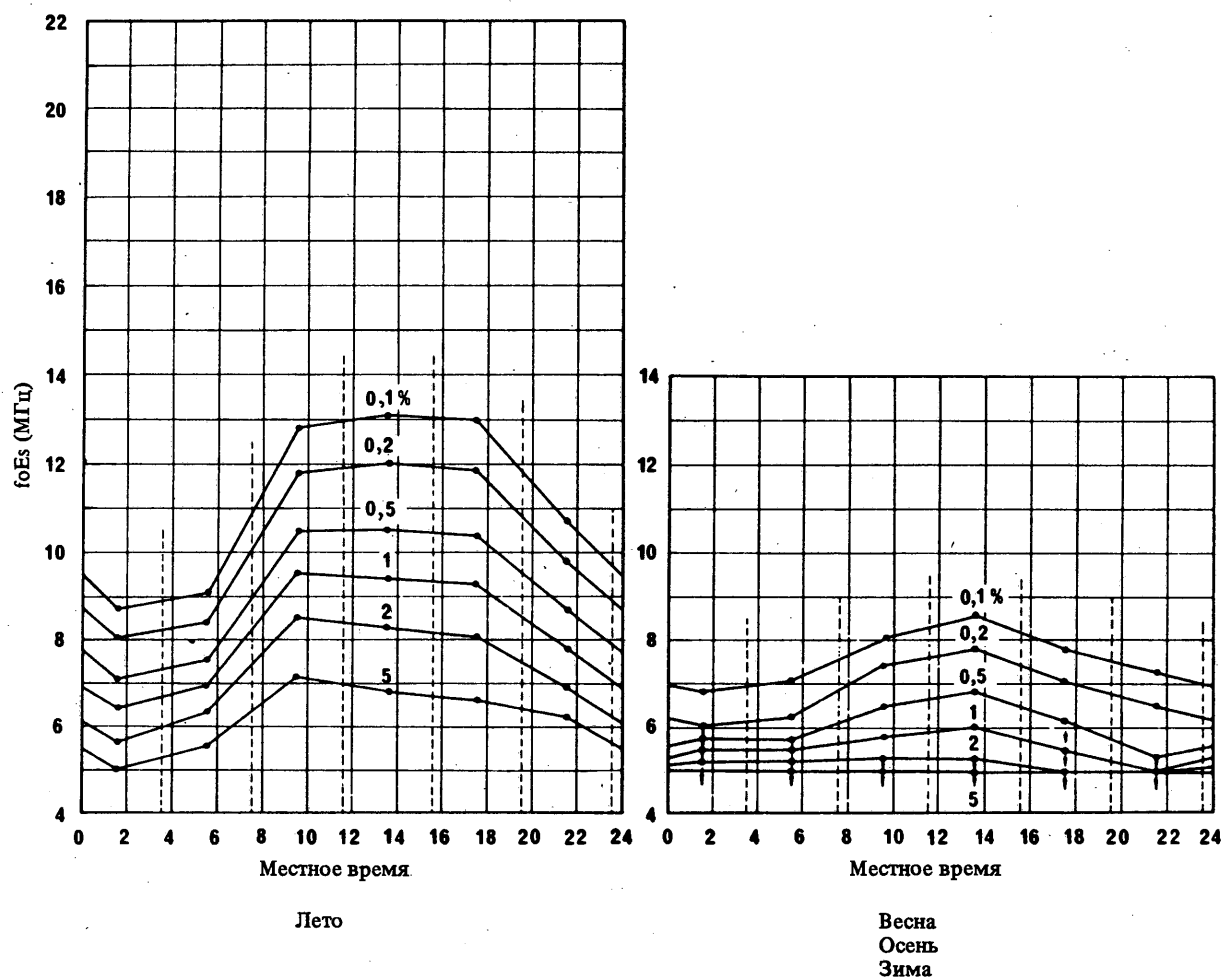


РИСУНОК 7 — Величины f_oE_s для района А (Европа и Северная Африка), равные или превышаемые в течение процента времени, указанного на кривой в виде параметра, в пределах четырехчасовых интервалов, разделенных между собой вертикальными пунктирными линиями

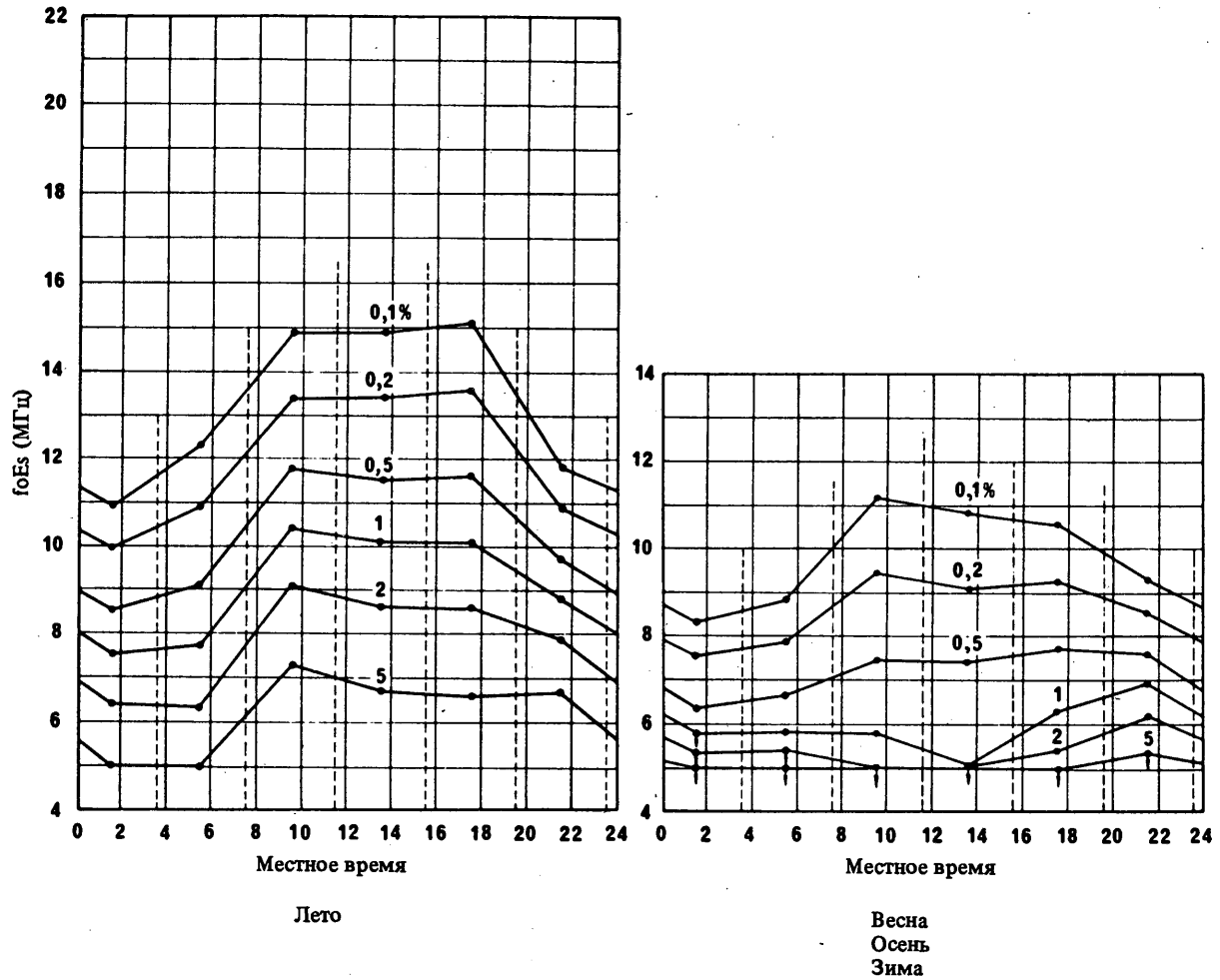


РИСУНОК 8 — Величины f_oE_s для районов В (Северная Америка), равные или превышаемые в течение процента времени, указанного на кривой в виде параметра, в пределах четырехчасовых интервалов, разделенных между собой вертикальными пунктирными линиями

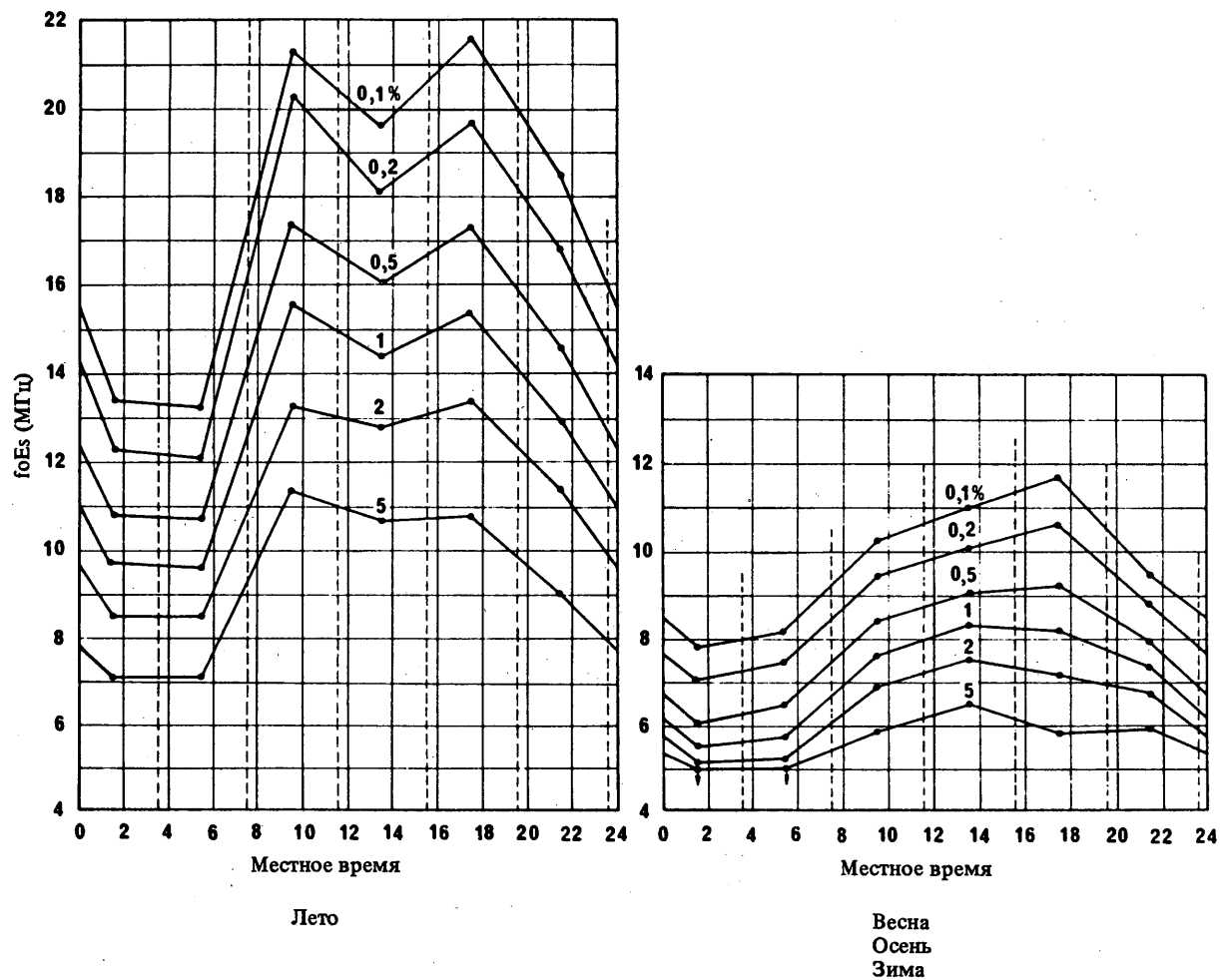


РИСУНОК 9 — Величины f_oE_s для района С (Азия (Дальний Восток)), равные или превышаемые в течение процента времени, указанного на кривой в виде параметра, в пределах четырехчасовых интервалов, разделенных между собой вертикальными пунктирными линиями

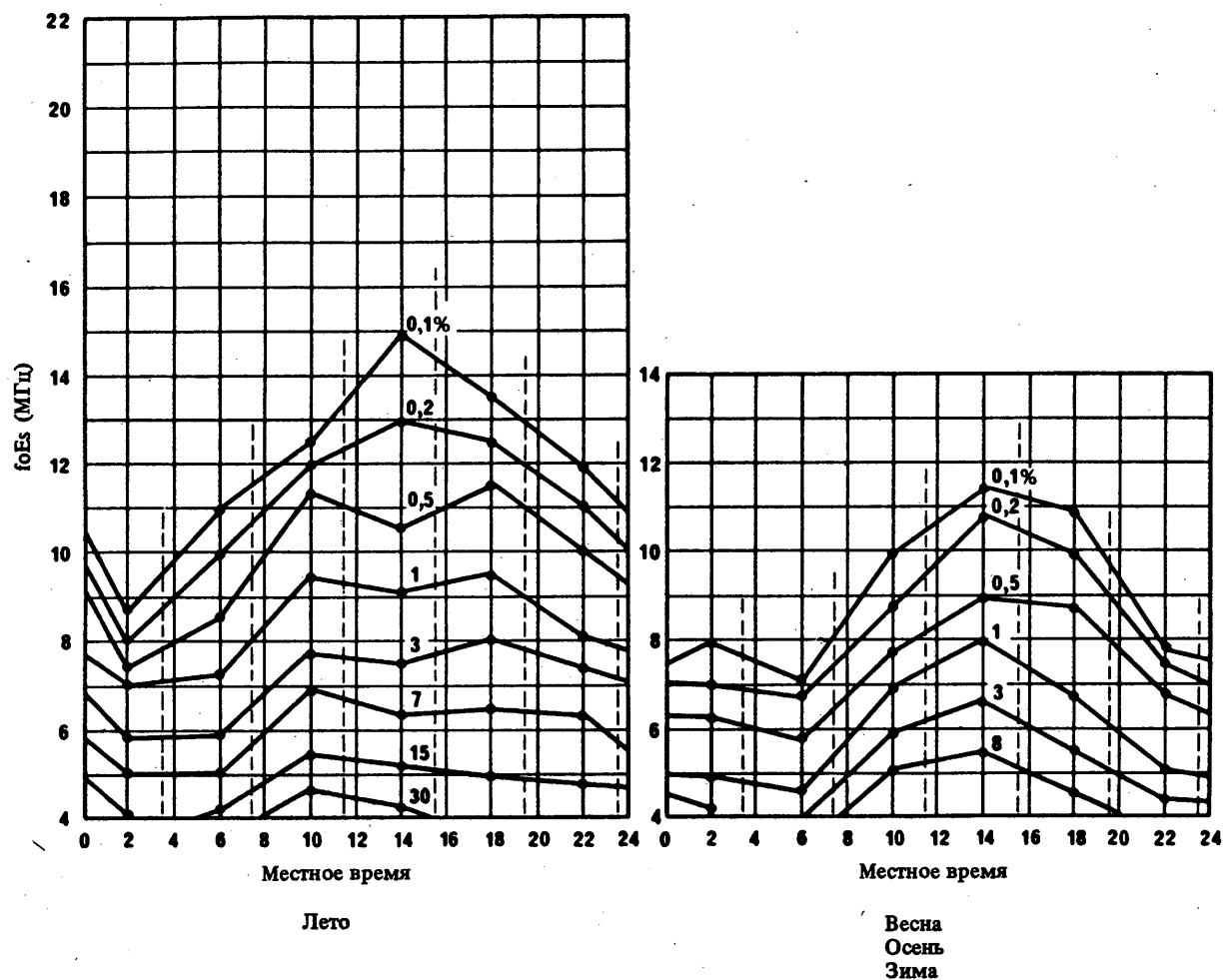


РИСУНОК 10 — Величины f_oE_s для района D (Южная Америка), равные или превышаемые в течение процента времени, указанного на кривой в виде параметра, в пределах четырехчасовых интервалов, разделенных между собой вертикальными пунктирными линиями

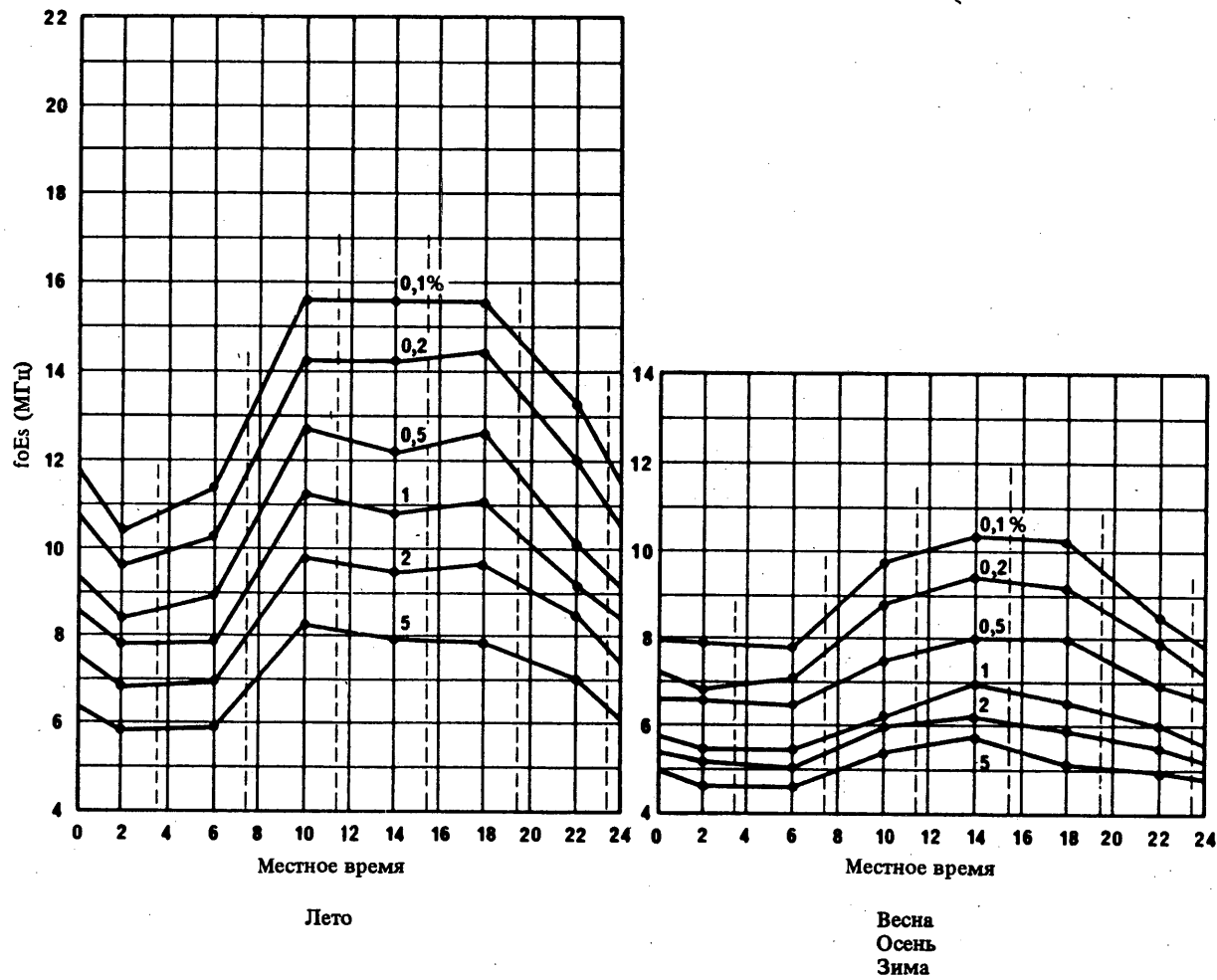


РИСУНОК. 11 – Средние величины $foEs$ для районов А, В, С и D, равные или превышаемые в течение процента времени, указанного на кривой в виде параметра, в пределах четырехчасовых интервалов, разделенных между собой вертикальными пунктирными линиями

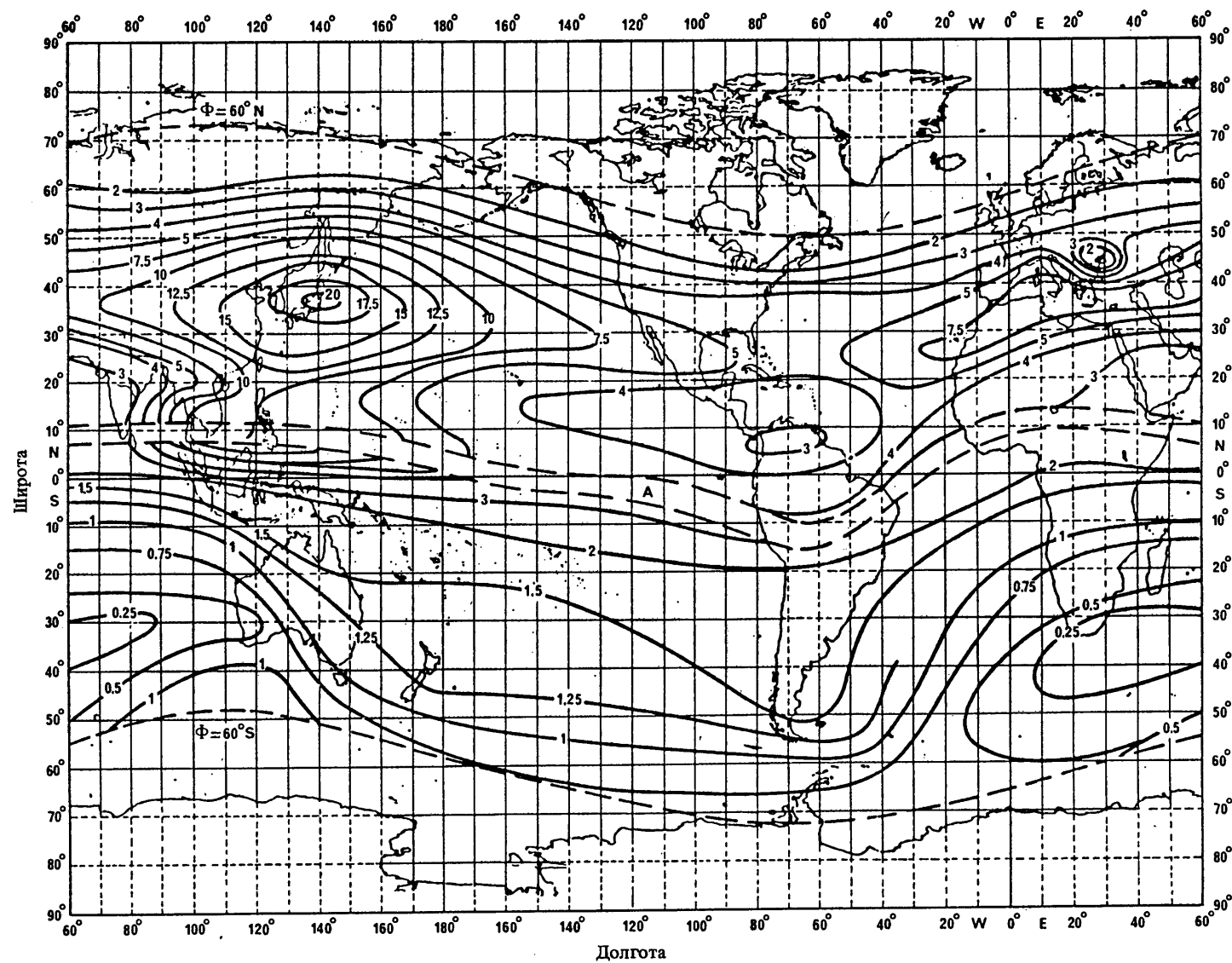


РИСУНОК 12 — Процент времени, в течение которого в среднеширотных зонах критическая частота
спорадического слоя E (foEs) при вертикальном падении равна или превышает 7 МГц для мая, июня, июля и августа

А: область низких широт (см. § 4)

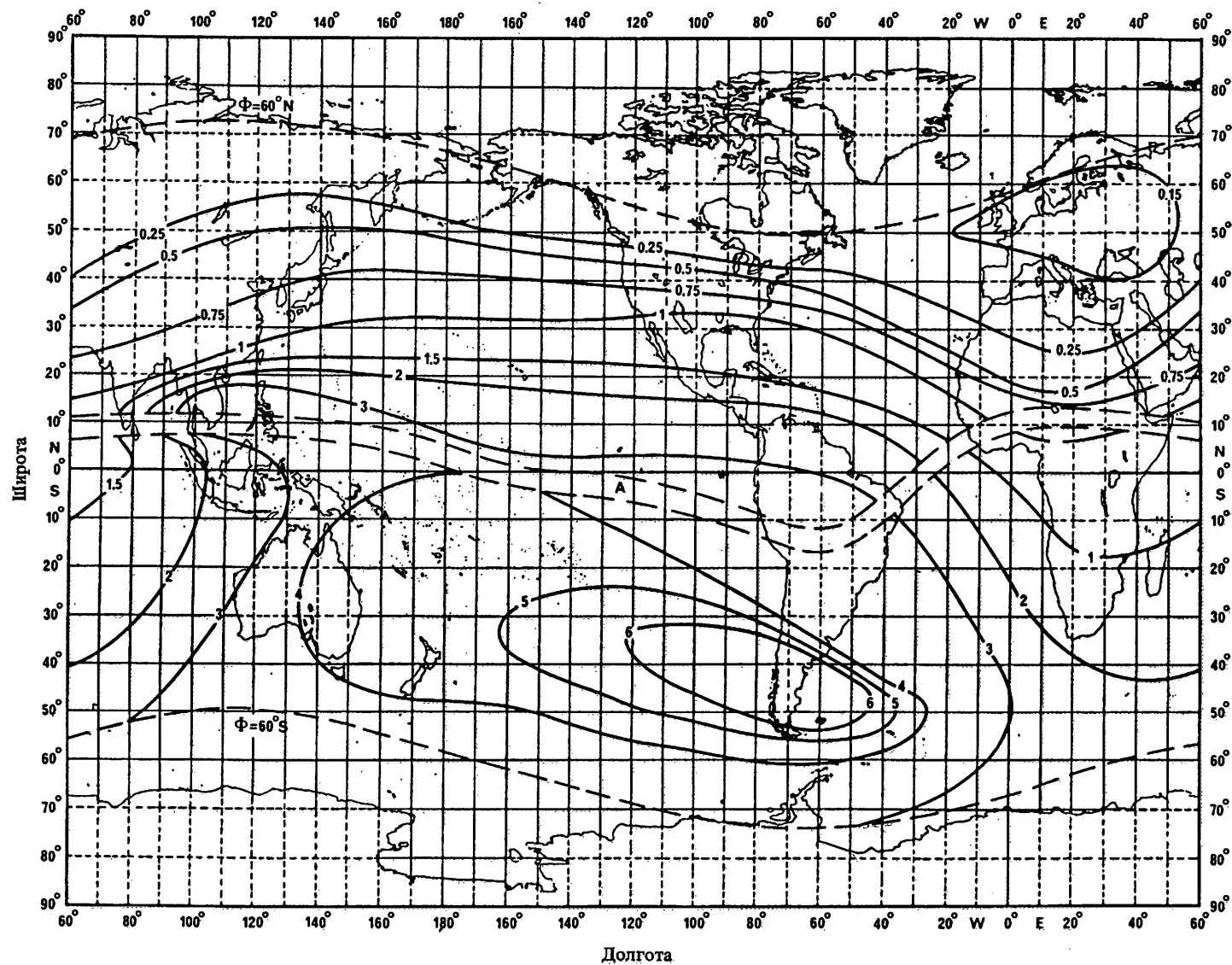


РИСУНОК 13 — Процент времени, в течение которого в среднеширотных зонах критическая частота
спорадического слоя E (f_oE_s) при вертикальном падении равна или превышает 7 МГц для ноября, декабря, января и февраля

А: область низких широт (см. § 4)

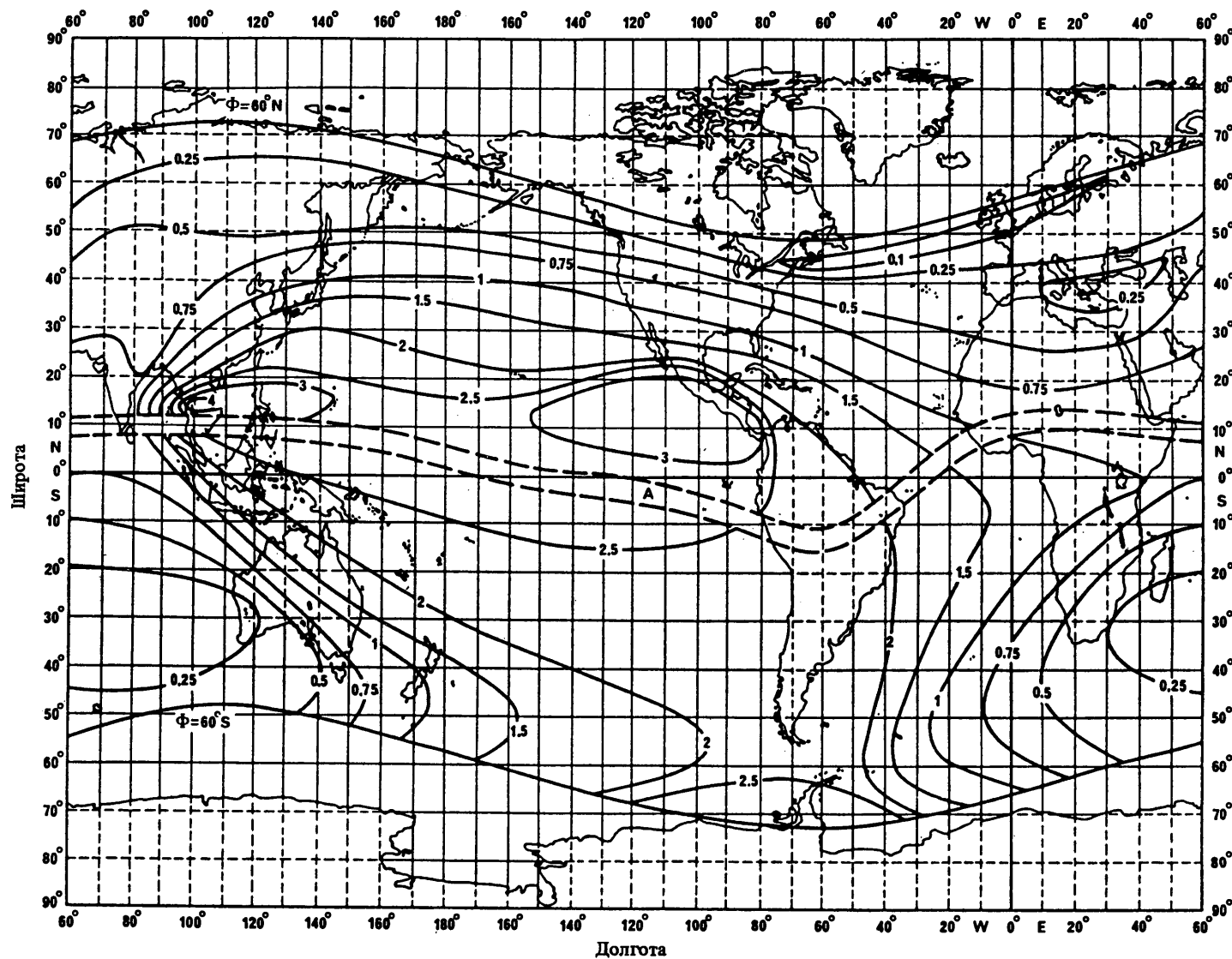


РИСУНОК 14 — Процент времени, в течение которого в среднеширотных зонах критическая частота
спорадического слоя E (f_oE_s) при вертикальном падении равна или превышает 7 МГц для марта, апреля, сентября и октября

A: область низких широт (см. § 4)

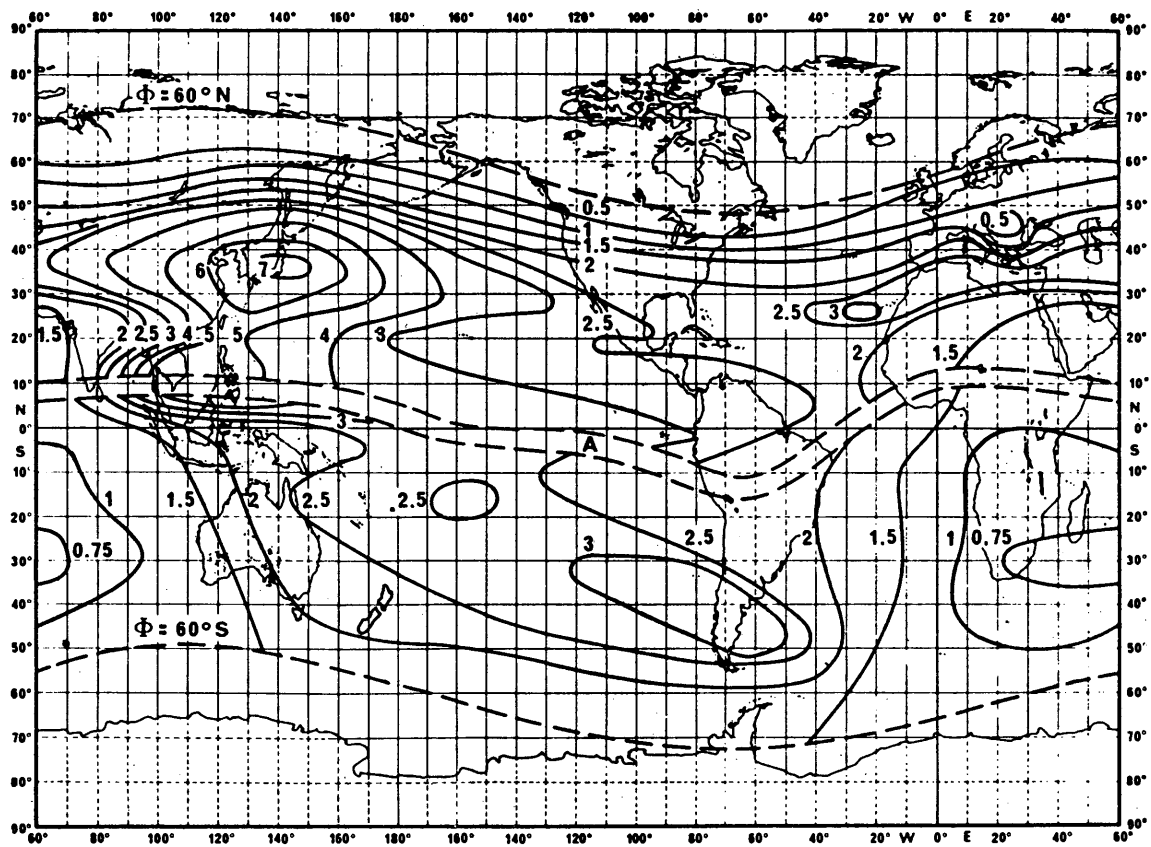


РИСУНОК 15 – Процент времени, когда в среднеширотных зонах критическая частота спорадического слоя E (f_oE_s) при вертикальном падении равна или превышает 7 МГц в течение 12 месяцев года

А: область низких широт (см. § 4)

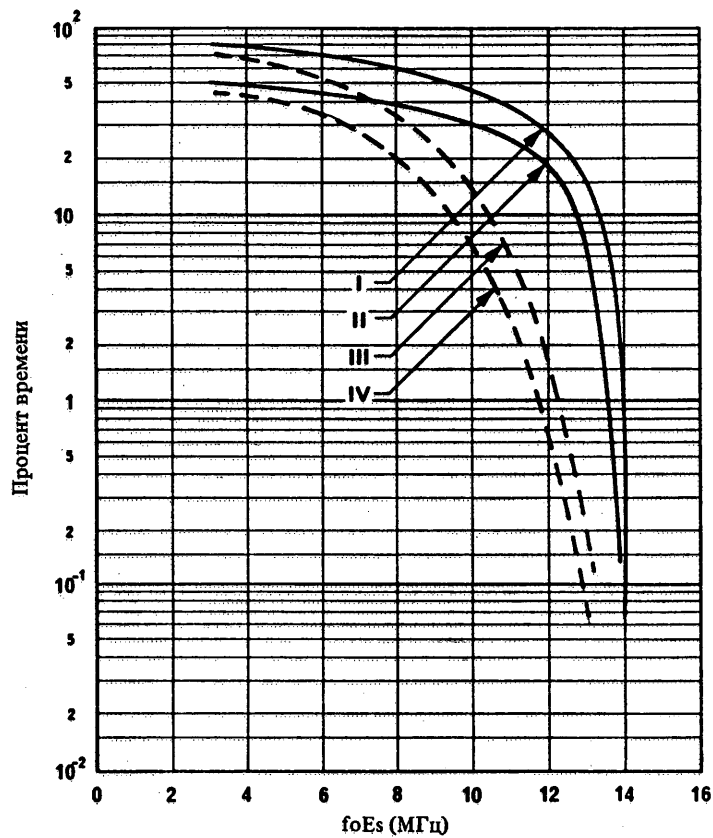


РИСУНОК 16 — Величины f_oE_s , равные или превышаемые в течение указанного процента времени

Район Е: Экваториальная Азия ($\pm 6^\circ$ геомагнитной широты)

I: годы максимальной солнечной активности (06.00 – 18.00).

Средние годовые

II: годы максимальной солнечной активности.

Средние годовые.

III: годы средней и низкой солнечной активности (06.00 – 18.00).

Средние годовые.

IV: годы средней и низкой солнечной активности.

Средние годовые.

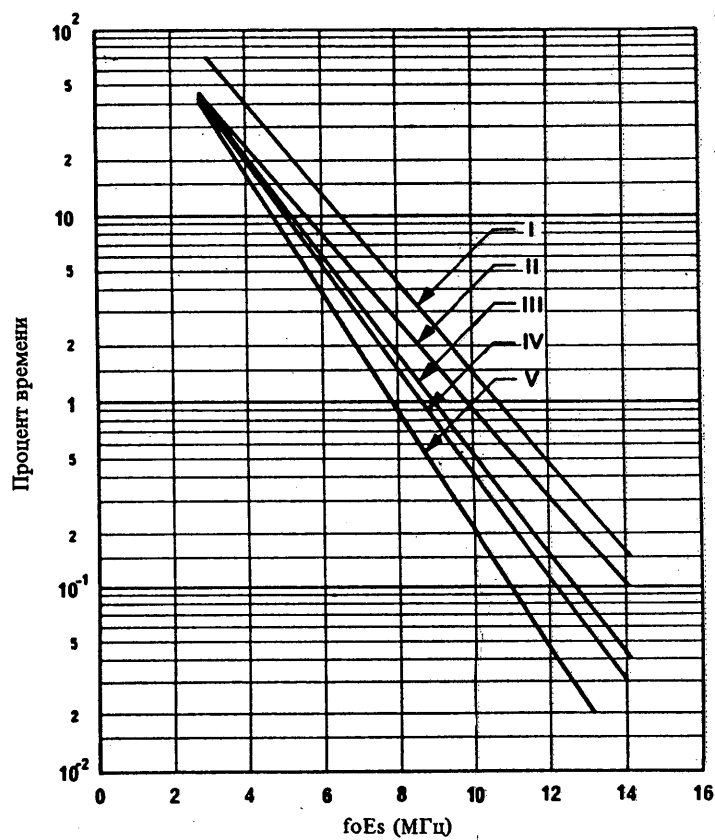


РИСУНОК 17 – Величины $foEs$, равные или превышаемые в течение указанного процента времени

Район E: Субэкваториальная Азия (между $\pm 6^\circ$ и $\pm 20^\circ$ геомагнитной широты)

I: лето (06.00 – 18.00)

II: лето

III: средние годовые

IV: равноденствие

V: зима

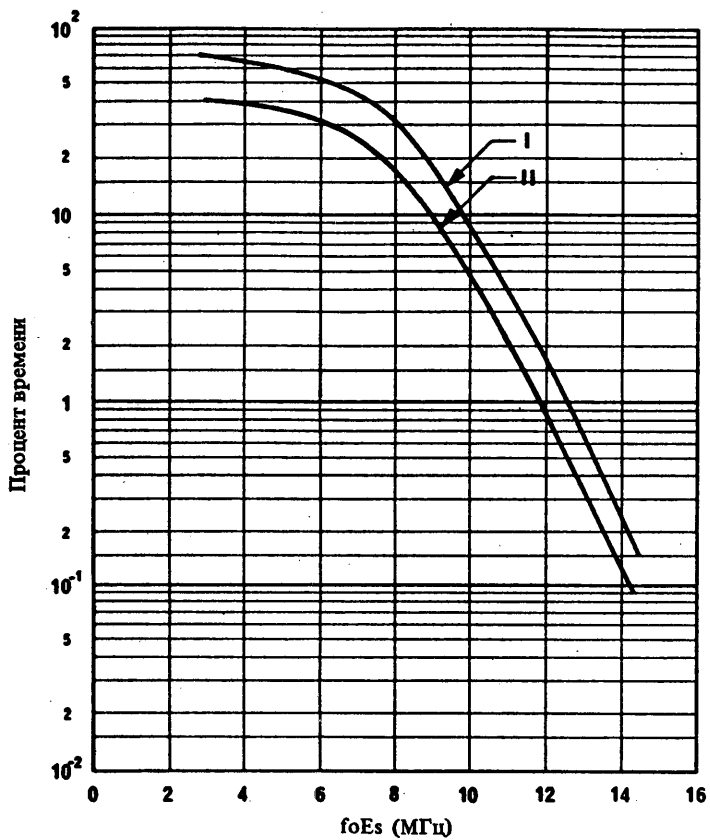


РИСУНОК 18 — Величины $foEs$, равные или превышаемые в течение указанного процента времени

Район F: Экваториальная Африка ($\pm 6^\circ$ геомагнитной широты)

I: средние годовые (06.00 – 18.00)

II: средние годовые

Примечание. — Различия между сезонами меньше средней годовой ошибки. Изменения в зависимости от солнечной активности также незначительны.

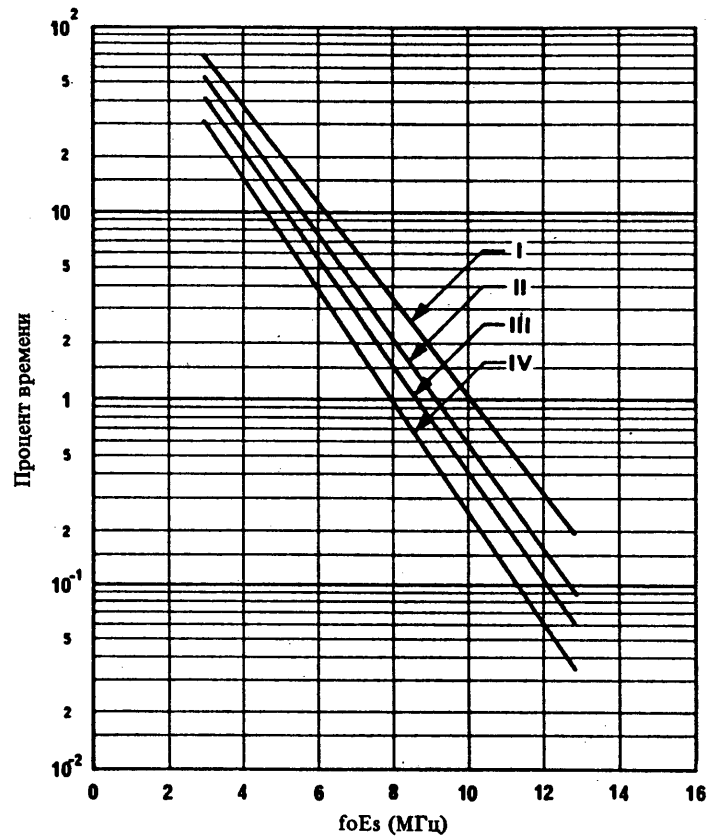


РИСУНОК 19 – Величины f_oE_s , равные или превышаемые в течение указанного процента времени

Район F: Субэкваториальная Африка (между $\pm 6^\circ$ и $\pm 20^\circ$ геомагнитной широты)

I: лето (06.00 – 18.00)

II: лето

III: средние годовые и равноденствие

IV: зима

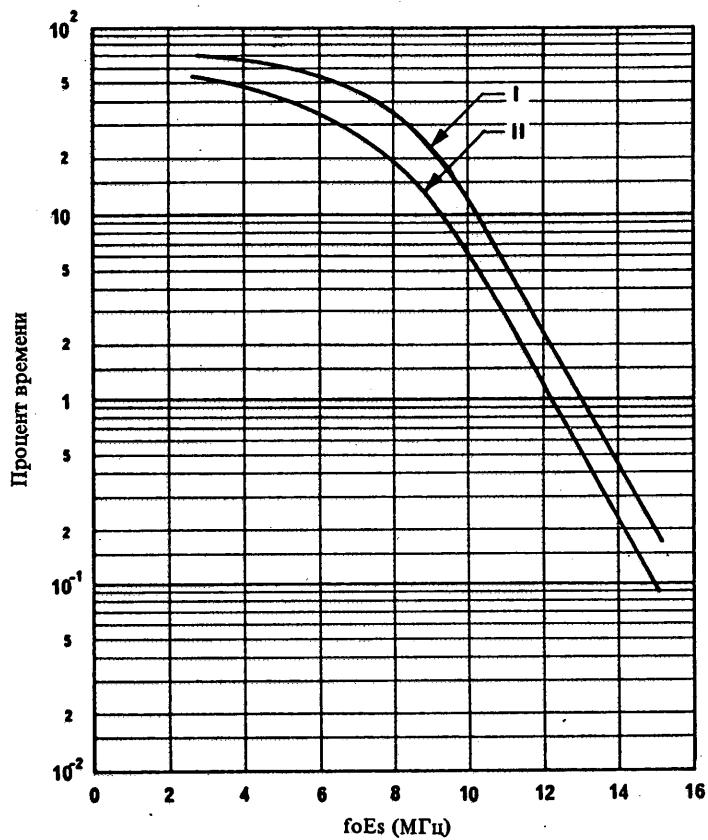


РИСУНОК 20 – Величины $foEs$, равные или превышаемые в течение указанного процента времени

Район G: Экваториальная Америка ($\pm 6^\circ$ геомагнитной широты)

I: средние годовые (06.00 – 18.00)

II: средние годовые

Примечание. – Различия между сезонами меньше средней годовой ошибки.

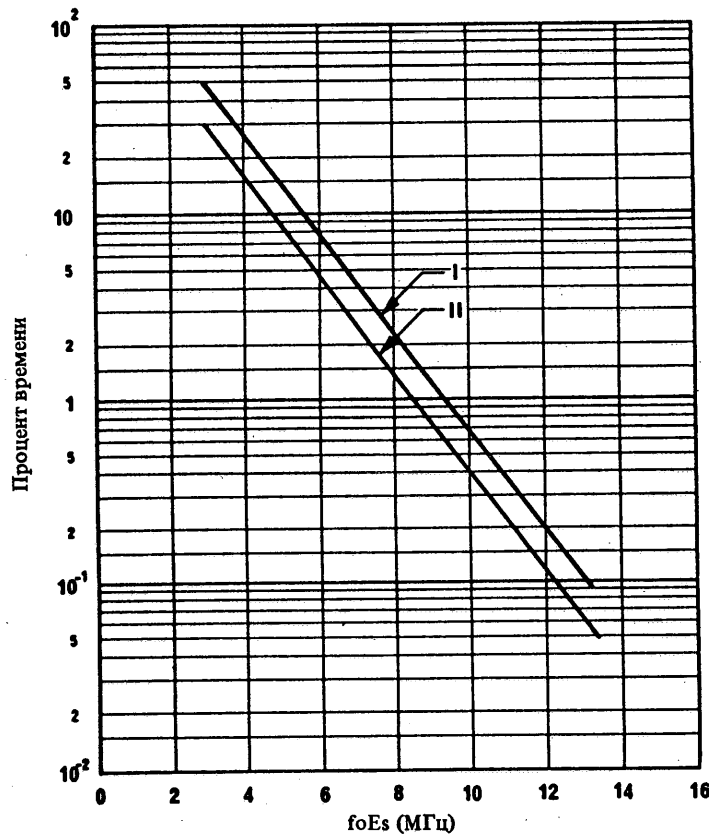


РИСУНОК 21 — Величины $foEs$, равные или превышаемые в течение указанного процента времени

Район G: Субэкваториальная Америка (между $\pm 6^\circ$ и $\pm 20^\circ$ геомагнитной широты)
 I: средние годовые (06.00 – 18.00)
 II: средние годовые

Примечание. — Различия между сезонами меньше средней годовой ошибки.

ССЫЛКИ

- EBU [1976] Ionospheric propagation in Europe in VHF television band I. EBU Technical Document TECH 3214, Vol. I and II. Technical Centre, 32, Avenue Albert Lancaster, 1180-Brussels, Belgium.
- GIRALDEZ, A.E. [1984] Long distance abnormal VHF propagation. *Contributions on Radiopropagation and Electromagnetic Compatibility 1982–1984*. SECYT, Secretaría de Ciencia y Técnica, Buenos Aires, Argentina.
- MIYA, K. and SASAKI, T. [1966] Characteristics of ionospheric Es propagation and calculation of Es signal strength. *Radio Sci.*, Vol. 1, 99–108.
- MIYA, K., SHIMIZU, K. and KOJIMA, T. [1978] Oblique-incidence sporadic-E propagation and its ionospheric attenuation. *Radio Sci.*, Vol. 13, 3, 559–570.
- SMITH, E.K. [1976] World maps of sporadic-E ($foEs > 7$ MHz) for use in prediction of VHF oblique-incidence propagation. OT Special Publication 76–10, National Technical Information Service (NTIS), Springfield, Va. 22161, USA.
- SMITH, E.K. [1978] Temperate zone sporadic E maps ($foEs > 7$ MHz). *Radio Sci.*, Vol. 13, 3, 571–575.

Документы МККР

[1978–82 гг.]: 6/63 (СССР).

ЛИТЕРАТУРА

- MORO, E.S.M. [1984] Anomalous VHF propagation. *Contributions on Radiopropagation and Electromagnetic Compatibility 1982–1984*. SECYT, Secretaría de Ciencia y Técnica, Buenos Aires, Argentina.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

РАЗДЕЛ 6G: ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН И БАНКИ ДАННЫХ

В этом разделе Рекомендации отсутствуют.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

РЕЗОЛЮЦИИ И МНЕНИЯ

РЕЗОЛЮЦИЯ 4.4

ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ
ИОНОСФЕРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН

(1963–1966–1974–1986–1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

(a) что R_{12} , IG_{12} и Φ_{12} рекомендованы в качестве индексов для использования при ионосферном распространении радиоволн (см. Рекомендацию 371);

(b) что желательно предоставить администрациям возможность получать самые последние из наблюдаемых и прогнозируемых величин этих индексов,

ЕДИНОДУШНО РЕШАЕТ

1. поручить Директору МККР:

1.1 договориться о получении средних месячных величин Φ и необходимых солнечных и ионосферных данных, требуемых для вычисления месячных значений R_{12} и IG_{12} ;

1.2 публиковать эти индексы в Telecommunication Journal вместе с любыми прогнозами индексов, которые могут предоставить организации и администрации;

1.3 рассмотреть возможность предоставления этих индексов в составе компьютерных сводок, которые могут запрашиваться администрациями и другими заинтересованными организациями в реальном масштабе времени по международным сетям электросвязи;

2. призвать организации, которые в настоящее время получают основные солнечные и ионосферные данные, полезные для разработки таких индексов, продолжить необходимые наблюдения и результаты направлять Директору МККР.

РЕЗОЛЮЦИЯ 63-3*

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ХАРАКТЕРИСТИК ИОНОСФЕРЫ,
ПОТЕРЬ ПЕРЕДАЧИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ВОЛНЫ И ПОМЕХ**

(1978–1982–1986–1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

- (a) что в Отчетах МККР содержатся методы прогнозирования состояния ионосферы и характеристик распространения радиоволн;
- (b) что для эффективного использования этих методов необходимы компьютерные программы и связанные с ними исходные численные данные;
- (c) что для отдельных организаций не экономно разрабатывать для этих прогнозов свои собственные компьютерные программы,

ЕДИНОДУШНО РЕШАЕТ

1. поручить Директору МККР:

- 1.1 просить организации, которые в настоящее время обладают своими собственными компьютерными программами, исходными численными данными и документацией, имеющими отношение к методам, изложенным в Отчетах и Рекомендациях 6-й Исследовательской комиссии, рассмотреть возможность их предоставления Секретариату МККР через 6-ю Исследовательскую комиссию;
- 1.2 подготовить компьютерные программы на стандартизованном языке (если они еще не существуют) в совокупности с численными данными и соответствующей документацией (относящимися конкретно к версии соответствующего Отчета);
- 1.3 обеспечить их распространение/продажу администрациям – членам Союза и другим потребителям;
- 1.4 подготовить и опубликовать список имеющихся компьютерных программ и исходных численных данных в соответствующих документах МККР и в Telecommunication Journal в совокупности с техническими описаниями и примерами.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

**СПИСОК КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ, СОЗДАННЫХ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ,
ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В ОТЧЕТАХ И РЕКОМЕНДАЦИЯХ 6-й ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМИССИИ,
КОТОРЫЕ МОЖЕТ ПРЕДОСТАВИТЬ СЕКРЕТАРИАТ МККР**

- 1. Метод МККР прогнозирования распространения ВЧ (Отчет 894):
 - третий, основанный на применении ЭВМ, метод оценки МПЧ, напряженности поля пространственной волны, отношения сигнал/помеха, НПЧ и основной надежности линии.

Имеется применительно к большим ЭВМ и микрокомпьютерам прикладная программа REP894-2 на основе Отчета 894-2 (Дюссельдорф, 1990 г.).

- 2. Временный метод МККР оценки напряженности поля пространственной волны и потерь передачи в полосе частот приблизительно между 2 и 30 МГц (Отчет 252):

- прогноз потерь передачи и напряженности поля.

Имеется прикладная программа HFMLOSS для больших ЭВМ.

- 3. Второй, основанный на применении ЭВМ, временный метод МККР оценки напряженности поля пространственной волны и потерь передачи в полосе частот между 2 и 30 МГц (Дополнение к Отчету 252):

- более совершенный метод прогнозирования потерь передачи и напряженности поля.

Имеется прикладная программа SUP252 для больших ЭВМ.

* Эта Резолюция доводится до сведения 1-й Исследовательской комиссии.

4. Характеристики и применения данных по атмосферным радиопомехам (Отчеты 322-2 (Женева, 1982 г.) и 322-3 (Дубровник, 1986 г.)) и промышленным радиопомехам (Отчет 258):

- прогноз мощности помехи и напряженности поля на всех частотах выше 10 кГц для любого географического положения и времени.

Применительно к большим ЭВМ имеется программа NOISEY, относящаяся к Отчету 322-2; программа NOISEDAT, относящаяся к Отчету 322-3, предназначена для микрокомпьютеров.

5. Атлас ионосферных характеристик МККР (Отчет 340):

- прогноз для любой географической точки для ряда значений времени и для ряда географических точек в любое заданное время:
 - (а) медианного значения f_oF_2 (численные коэффициенты Осло)
 - (б) медианного значения f_oF_2 (численные коэффициенты Нью-Дели)
 - (с) медианного значения $M(3000)F_2$
 - (d) медианного значения f_oE
 - (е) медианного значения f_oF_1
 - (f) медианного значения, верхней и нижней децилей f_oE_s в максимуме и минимуме солнечной активности
 - (g) медианного значения, верхней и нижней децилей f_bE_s в минимуме солнечной активности
 - (h) медианного значения $h'F$ в максимуме и минимуме солнечной активности
 - (j) медианного значения $h'F, F_2$ в максимуме и минимуме солнечной активности
 - (к) процента времени появления диффузного слоя F в максимуме и минимуме солнечной активности
- прогноз основной и рабочей МПЧ слоев E и F для любой трассы распространения радиоволн в любое время.

Имеются прикладные программы MUFFY, HRMNTN и WOMAP для больших ЭВМ.

6. Простой метод оценки основной МПЧ и напряженности поля на ВЧ:

Имеется прикладная программа MINIFTZ для малых микрокомпьютеров.

Примечание 1. – Имеющиеся программы для больших ЭВМ написаны на языке FORTRAN 4 или FORTRAN 77 и совместимы с IBM. Программы, указанные в п. 1, предоставляются на дискетах, а указанные в пп. 2–5 – имеются на магнитных лентах со следующими характеристиками:

- 9 дорожек,
- код: EBCDIC или ASCII/ISO 7,
- плотность: 800 или 1600 бит/дюйм,
- маркированная или не маркированная (как правило, не маркированная),
- длина записи: фиксированная (предпочтительно 80 символов) или переменная.

При согласовании с МККР порядка оплаты следует определить предпочтительные опции.

Примечание 2. – Программы для микрокомпьютеров имеются на дискетах 5 1/4 дюйма емкостью 360 кбайт или 1,2 Мбайт (MS-DOS).

Примечание 3. – Подробнее о методах, изложенных в Отчете 894, Отчете 252 и Дополнении к Отчету 252, см. в Рекомендации 533.

ПРИЛОЖЕНИЕ II

ИСХОДНЫЕ ЧИСЛЕННЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МЕТОДАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ,
ПЕРЕЧИСЛЕННЫХ В ПРИЛОЖЕНИИ I, КОТОРЫЕ МОГУТ БЫТЬ ПОЛУЧЕНЫ В МККР

Для методов прогнозирования, перечисленных в Приложении I, требуются определенные исходные данные. Эти данные имеются в записи на магнитной ленте или на мягком диске для больших ЭВМ или только на мягком диске для расчетов на микрокомпьютере. Имеются три магнитные ленты, которые имеют название Ленты Данных 1–3. Отдельные ленты разрабатывались с расчетом для использования применительно к частным процедурам и программам, однако, поскольку каждая из них содержит ряд различных наборов данных, они частично могут использоваться и в других целях.

В таблице I перечислены имеющиеся на каждой ленте данные и указаны документы, которые служат их источниками.

ТАБЛИЦА I – Содержание лент 1–3 с ионосферными данными

	Данные	Документ, где содержатся данные	Номер ленты		
			1	2	3
1	foF2 (коэффициенты Осло)	Отчет 340, Часть 2	x		x
2	foF2 (коэффициенты Нью-Дели)	Отчет 340, Часть 2		x	
3	M (3000) F2	Отчет 340, Часть 2	x	x	x
4	foE	Отчет 252	x	x	
5	foEs, медианное значение и децили	Отчет 340, Часть 5	x	x	x
6	h'F	Отчет 340, Часть 7	x	x	
7	h'F, F2	Отчет 340, Часть 7			x
8	F_u и F_l	Отчет 252	x	x	x
9	Регрессия МПЧ по К	Баргхаузен и др. [1969 г.]	x	x	
10	Добавочные потери в системе; медианное значение и стандартные отклонения	Отчет 252	x	x	
11	Добавочные потери в системе; погрешности	Баргхаузен и др. [1969 г.]	x	x	
12	T_u и T_l	Дополнение к Отчету 252			x
13	Границы суша/море	Отчет 252	x	x	x
14	Мощность атмосферных радиопомех на частоте 1 МГц (в функции местного времени)	Отчет 322-2	x		
15	Мощность атмосферных радиопомех на частоте 1 МГц (в функции универсального времени)	Отчет 322-2		x	x
16	Зависимость от частоты, децильные отклонения и погрешности прогноза мощности атмосферных помех	Отчет 322-2	x	x	x
17	Магнитное поле Земли	Отчет 340, Часть 2			x
18	Исправленные геомагнитные координаты	Дополнение к Отчету 252			x

Характеристики магнитных лент не отличаются от указанных в Приложении I, за исключением фиксированной длины записи, составляющей 120 символов. Имеется также программа для перевода лент в бинарный формат.

Имеется два комплекта дисков (А и В). Комплект А включает в бинарном виде данные, необходимые для применения метода, описанного в Отчете 894, в то время как в комплекте В содержатся в бинарном или форматированном виде все данные, имеющиеся на трех лентах.

В таблице II перечислены данные, имеющиеся на каждом комплекте дисков, и указаны документы, которые служат их источником.

ТАБЛИЦА II – Содержание дисков данных в комплектах А и В

	Характеристика	Документ, содержащий характеристику	Комплект дисков	
			А	В
1	foF2 (коэффициенты Осло)	Отчет 340-6, Часть 2	x	x
2	foF2 (коэффициенты Нью-Дели)	Отчет 340-6, Часть 2		x
3	foEs медианное значение и децили	Отчет 340-6, Часть 6		x
4	M (3000) F2	Отчет 340-6, Часть 2	x	x
5	foE	Отчет 340-6, Часть 4		x
6	h'F (Ряд 1)	Отчет 340-6, Часть 8		x
7	h'F (Ряд 2)	Отчет 340-6, Часть 8		x
8	h'F, F2	Отчет 340-6, Часть 8		x
9	F_u и F_l	Отчет 252-2		x
10	Добавочные потери в системе; медианное значение и стандартные отклонения	Отчет 252-2	x	x
11	T_u и T_l	Дополнение к Отчету 252-2		x
12	Мощность атмосферных радиопомех на частоте 1 МГц (в функции универсального времени)	Отчет 322-2		x
13	Мощность атмосферных радиопомех на частоте 1 МГц (в функции местного времени)	Отчет 322-2		x
14	Мощность атмосферных радиопомех на частоте 1 МГц (в функции местного времени)	Отчет 322-3	x	x
15	Зависимость от частоты, децильные отклонения и погрешности прогноза мощности атмосферных помех	Отчет 322-3	x	x
16	Границы суша/море	Отчет 252-2		x
17	Магнитное поле Земли	Отчет 340-6, Часть 2		x
18	Исправленные геомагнитные координаты	Дополнение к Отчету 252-2		x
19	Погрешности добавочных потерь в системе	Баргхаузен и др. [1969 г.]		x
20	Регрессия МПЧ по К	Баргхаузен и др. [1969 г.]		x

Характеристики мягких дисков приводятся в Приложении I. Максимальная длина записи форматированных данных составляет 80 байт. В таблице III указывается количество дисков в комплекте в зависимости от их емкости.

ТАБЛИЦА III – Количество мягких дисков

Емкость диска	Комплект дисков А	Комплект дисков В	
		(Бинарные)	(Форматированные)
360 кбайт	1	4	14
1,2 Мбайт	1	1	4

Имеется также программа для преобразования форматированных данных комплекта В к бинарному виду.

Более подробные сведения о содержании лент и дисков с данными можно получить в Секретариате МККР.

ССЫЛКИ

BARGHAUSEN, A.F., FINNEY, J.W., PROCTOR, L.L. and SCHULTZ, L.D. [1969] Predicting long-term operational parameters of high-frequency sky-wave telecommunication systems. ESSA Tech. Rep. ERL 110-1TS 78, US Govt. Printing Office, Washington, DC.

ПРИЛОЖЕНИЕ III

БАНКИ ДАННЫХ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫЕ НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ СЕКРЕТАРИАТОМ МККР

ВРГ 6/1 разработала банки данных, включающие измеренные величины напряженности поля ВЧ, для дальнейшей проверки прогностических процедур [Bradley, 1985 г., Suessman, 1989 г.]. Имеются следующие банки данных:

1. Банк данных С

Включает значения напряженности поля ВЧ для 180 комбинаций линия/частота на частотах между 4,8 и 26 МГц и трассах протяженностью от 175 до 25 000 км.

2. Банк данных D1

Включает значения напряженности поля ВЧ для 181 комбинации линия/частота на частотах между 2,5 и 26 МГц и трассах протяженностью от 175 до 26 000 км.

ССЫЛКИ

BRADLEY, P.A. [1985] New CCIR data base of measured HF field strengths prepared for IWP 6/13. IWP 6/1 Doc. 250.

SUESSMANN, P. [1989] CCIR data bank D1. IWP 6/1 Doc. 331.

ПРИЛОЖЕНИЕ IV

ИМЕЮЩИЕСЯ КОМПЬЮТЕРНЫЕ РАЗРАБОТКИ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕНН
(УЧИТЫВАЮЩИЕ ВАЖНОСТЬ КОРРЕКТНЫХ ДОПУСКОВ НА УСИЛЕНИЕ АНТЕНН
ПРИ ОЦЕНКЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН)

1. Программа SUP252 позволяет рассчитать усиление в любом направлении следующих типов антенн:

- (a) заземленного вертикального монополя
- (b) вертикального диполя
- (c) горизонтального диполя
- (d) горизонтальной нагруженной ромбической
- (e) горизонтальной логопериодической
- (f) горизонтальной Яги
- (g) антенного полотна из горизонтальных диполей с бесконечно проводящим экраном
- (h) V-образной наклонной бегущей волны
- (j) наклонной нагруженной ромбической
- (k) наклонной длинной проволочной
- (l) Г-образной
- (m) полуромбической
- (n) диполя с произвольным наклоном
- (p) наклонной сдвоенной ромбической
- (q) рамочных антенн

2. Секретариат МККР может предоставить разработанные применительно к микроЭВМ пакеты программ для расчета диаграмм направленности следующих типов антенн:

- многоэлементных ВЧ антенн из горизонтальных полуволновых диполей (HFARRAYS) и горизонтальных ромбических антенн ВЧ (HFRHOMBS) (см. циркуляры МСЭ №№ 22 и 22 бис от 3 декабря 1984 г.);

Программа HFARRAYS позволяет рассчитывать диаграммы направленности любого типа решеток из полуволновых горизонтальных диполей, от одиночного диполя до сложных антенн систем, расположенных на произвольной высоте над почвой с конечной проводимостью.

Программа HFRHOMBS позволяет рассчитывать диаграммы направленности горизонтальных ромбических антенн с произвольными длинами сторон, углами и высотами подвеса над почвой с конечной проводимостью.

- антенных устройств НЧ и СЧ диапазонов, включающих до четырех вертикальных элементов (LFMFANT) (см. циркуляры МСЭ № 64 от 3 декабря 1985 г. и № 64 бис от 26 июня 1986 г.);

LFMANT позволяет рассчитывать диаграммы направленности антенных устройств, включающих до четырех вертикальных элементов произвольной высоты. Расчеты могут быть выполнены для почвы как с конечной, так и с бесконечной проводимостью.

- многодиапазонных многоэлементных ВЧ антенн из горизонтальных полуволновых диполей и апериодического рефлектора с управляемой или неуправляемой диаграммой направленности, расположенных над почвой с конечной проводимостью (HFMULSLW) (см. циркуляр МСЭ № 95 от 13 августа 1986 г.);
- одно- или двухдиапазонных многоэлементных ВЧ антенн из горизонтальных полуволновых диполей и настроенного дипольного рефлектора с управляемой или неуправляемой диаграммой направленности, расположенных над почвой с конечной проводимостью (HFDUASLW) (см. циркуляр МСЭ № 95 от 13 августа 1986 г.).

Имеется также версия программы HFDUASLW, обозначаемая HFDUASL1, предназначенная для расчета как нормально ориентированных, так и смещенных диаграмм направленности, запитываемых с конца дипольных антенных решеток.

ПРИЛОЖЕНИЕ V

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ, В КОТОРЫХ ЕЩЕ ОСТАЕТСЯ ПОТРЕБНОСТЬ

- метод прогнозирования напряженности поля пространственной волны в полосе частот между 150 кГц и 1600 кГц (см. Приложение I к Рекомендации 435);

Примечание. — Компьютерная программа для этого метода разработана Инуки и др. [1983 г.].

- метод МККР расчета напряженности поля при распространении посредством спорадического слоя E (Приложение I к Рекомендации 534);

Примечание. — Компьютерная программа для этого метода разработана ВРГ 6/8 [МККР, 1986–90 гг.].

ССЫЛКИ

INUKI, H., WAKAI, N. and KURIKI, I. [September, 1983] Development of the computer program for predicting LF and MF sky-wave field strengths (in Japanese). *Rev. Radio Res. Labs. Japan*, Vol. 29, 152, 467–485.

Документы МККР:

[1986–90 гг.]: 6/184 (ВРГ 6/8).

РЕЗОЛЮЦИЯ 74-1*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН

(1982–1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

что Цюрихская обсерватория прекратила после 31 декабря 1980 г. выпуск данных об относительном числе солнечных данных R_Z ,

ЕДИНОДУШНО РЕШАЕТ,

1. чтобы Директору МККР было поручено:

1.1 признать, что для целей МККР относительные числа солнечных пятен, подготавливаемые Центром Данных об Индексе Солнечной Активности (SIDC) при Бельгийской обсерватории (Уккль), руководимым д-ром А. Кокеленбергом, будут служить с 1 января 1981 г. продолжением прежнего ряда относительных чисел солнечных пятен R_Z . Международные относительные числа солнечных пятен обозначаются R_f ;

1.2 отметить, что SIDC продолжит оказывать следующие услуги, которые прежде обеспечивались Цюрихской обсерваторией:

- 1.2.1 определение и быстрое ежемесячное распространение предварительных международных относительных чисел солнечных пятен международным организациям и службам, испытывающим потребность в этих данных;
- 1.2.2 определение и распространение прогнозов месячных сглаженных международных относительных чисел солнечных пятен;
- 1.2.3 определение и ежегодное распространение окончательных международных относительных чисел солнечных пятен.

* Директору МККР поручается довести эту Резолюцию до сведения ICSU, URSI и IAU.

РЕЗОЛЮЦИЯ 111

КАМПАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ ВЧ

(1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

- (a) что ВАКР ВЧРВ-87 в своей Рекомендации № 514 (HFBC-87) предложила МККР провести изучение метода прогнозирования распространения ВЧ, принятого Конференцией, и рекомендовать как улучшение метода, так позднее, если понадобится, и более совершенный метод, который бы использовался в дальнейшем в полосах ВЧ, распределенных исключительно радиовещательной службе;
- (b) что без наличия значительного объема данных по результатам новых измерений существенные улучшения, по-видимому, маловероятны;
- (c) что в Отчете 1149 содержатся предложения относительно кампании измерений напряженности поля и показывается необходимость координации, обучения и т.д.;
- (d) что в Рекомендации № 514 (HFBC-87) содержатся также рекомендации администрациям:
- выполнить программы измерений напряженности поля на ВЧ;
 - предоставить МККР данные в виде, удобном для изучения;
- (e) что в Решении 84 указывается, что не следует продолжать попытки провести измерительную кампанию в один год, но необходимо призвать администрации к проведению таких измерений в более продолжительные сроки,

ЕДИНОДУШНО РЕШАЕТ,

1. призвать администрации оказать помощь в проведении кампании путем организации передач по крайней мере из девяти пунктов земного шара, а также путем установки и эксплуатации по возможности во всем мире приемных станций;
2. чтобы измерительная кампания проводилась, если представится возможность, в течение полного солнечного цикла, но чтобы передачи из одной точки менее чем на пяти частотах имели бы еще пользу для измерений;
3. чтобы Директор МККР координировал общую активность и распространял информацию, необходимую для начала и проведения измерений;
4. кроме того, чтобы Директор МККР обеспечил поступление данных на компьютерных дискетах для официального одобрения и включения в банк данных измерений;
5. чтобы администрации, Директор МККР и другие органы МСЭ обеспечили, насколько позволяют средства, предоставление при необходимости руководства и обучения при установке и эксплуатации измерительных станций.

РЕЗОЛЮЦИЯ 112

ОТЧЕТ 6-й ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМИССИИ МККР К ВАКР ВЧРВ(93)

(1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

(a) что Рекомендацией № 514 HFBC-87 МККР предлагается провести изучение метода прогнозирования распространения ВЧ, принятого Конференцией, и рекомендовать как улучшения метода, так позднее, если понадобится, и более совершенный метод, который бы использовался в дальнейшем в полосах ВЧ, распределенных исключительно радиовещательной службе;

(b) что в настоящее время ВРГ 6/1 предпринимает такие исследования (см. Решение 85);

(c) что отчет по итогам работы необходимо представить к ВАКР ВЧРВ(93) своевременно для учета МКРЧ ее результатов,

ЕДИНОДУШНО РЕШАЕТ,

чтобы Директор МККР представил отчет об исследованиях в рамках 6-й Исследовательской комиссии на рассмотрение администраций и МКРЧ за 16 месяцев до даты начала ВАКР ВЧРВ(93).

МНЕНИЕ 22-5

РЕГУЛЯРНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ИОНОСФЕРЫ

(Исследовательская программа КА/6)

(1966–1970–1974–1978–1986–1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

- (а) что регулярные наблюдения с помощью имеющейся сети наземных станций ионосферного зондирования в совокупности с программами спутниковых исследований и наклонного зондирования составляют основу для постоянного улучшения как долгосрочных, так и краткосрочных ионосферных прогнозов;
- (б) что в силу возрастающей значимости космических исследований и связи Земля–космос потребуется продолжить сбор указанной информации, получаемой путем регулярного зондирования, в сочетании с возможным увеличением и изменением количества и характера сведений;
- (с) что Комиссия G URSI образовала Консультативную группу по сети станций ионосферного зондирования (INAG), которая отвечает за консультации, предоставляемые ионосферным станциям по научным вопросам, а также за консультации URSI по вопросам, относящимся к сети в целом,

ЕДИНОДУШНО ВЫРАЖАЕТ МНЕНИЕ, что администрации должны приложить все усилия:

1. чтобы продолжить работу сети станций ионосферного зондирования и обмен, предпочтительно в цифровой форме, основными данными, в которых имеется большая потребность, через Мировые Центры Данных;
2. чтобы организовать новые станции ионосферного зондирования в местах, рекомендованных МККР в соответствии с Исследовательской программой КА/6, или передислоцировать туда существующие станции, или оказать поддержку организациям, ответственным за новые или передислоцированные ионосферные станции;
3. чтобы оказывать консультации URSI (INAG) по любым вопросам, относящимся к организации или прекращению работы станций в сети, и предполагаемым изменениям в программе работы или анализе ионограмм;
4. чтобы поддержать работу в рамках Исследовательской программы КА/6 по использованию ионосферных данных, получаемых в результате реализации спутниковых программ, и изучить вопросы использования таких данных, которыми сейчас располагают Мировые Центры Данных, для ионосферных прогнозов.

Примечание. – Директору МККР поручается передать текст настоящего Мнения для комментариев Международному научному радиосоюзу (URSI), Международному союзу по геодезии и геофизике (IUGG), Специальному комитету по солнечно-земной физике (SCOSTEP), Научному комитету по исследованию Антарктики (SCAR) и Комитету по исследованию космического пространства (COSPAR).

МНЕНИЕ 23-4*

НАБЛЮДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОСНОВНЫМИ ИНДЕКСАМИ
ДЛЯ ИОНОСФЕРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН

(Исследовательская программа 26A/6)

(1966–1970–1974–1982–1986)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

- (a) что IG_{12} рекомендован в качестве индекса для использования при прогнозировании месячных медианных значений $foF2$ с заблаговременностью определено на 6 и, возможно, на 12 месяцев, считая от даты последнего наблюдения величины IG ;
- (b) что Φ рекомендован в качестве индекса для использования при прогнозировании месячных медианных значений foE , $foF1$ и $foF2$ с заблаговременностью определено на 6 и, возможно, на 12 месяцев, считая от даты последнего наблюдения величины Φ ;
- (c) что среднее за 12 месяцев скользящее число солнечных пятен R_{12} рекомендовано в качестве индекса для всех ионосферных прогнозов с заблаговременностью более 12 месяцев, считая от даты последней наблюдавшейся величины,

ЕДИНОДУШНО ВЫРАЖАЕТ МНЕНИЕ,

1. что следует способствовать продолжению работы, связанной с получением индекса IG_{12} , следующих тринадцати давно учрежденных станций ионосферного наблюдения (или их заменяющих):

Канберра
Крайстчерч
ЧерчиллКоллеж
Дели
УанкайоЙоханнесбург
Москва
МандаринПорт-Стэнли
Слау
Токио
Уоллопс Айленд

2. что следует способствовать продолжению измерений Национальным научно-исследовательским советом (NRC), Оттава (Канада), потока солнечного радиопотока на волне 10,7 см, необходимых для определения индекса Φ ;

3. что следует поддержать Центр Данных по Индексу Солнечной Активности (SIDC), руководимый д-ром А. Коккеленбергом и финансируемый Бельгийской королевской обсерваторией и Астрономическим институтом Брюссельского свободного университета, в продолжение определения и распространения международных относительных чисел солнечных пятен.

* Директору МККР поручается довести это Мнение до сведения SIDC, NRC и URSI.

МНЕНИЕ 45-3

ОЦЕНКА МЕТОДОВ МККР ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЧ

(Исследовательская программа 30А/6)

(1974–1982–1986–1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

что метод, изложенный в Отчете 894, рекомендован для использования,

ЕДИНОДУШНО ВЫРАЖАЕТ МНЕНИЕ,

1. что администрации и организации должны дать оценку этому методу применительно к своим потребностям;
2. что администрации и организации должны сообщить свои оценки Директору МККР для их использования Временной Рабочей группой 6/1.

Примечание. — См. также мнение 68 и Рекомендацию 533.

МНЕНИЕ 67

**ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ И СОЛНЕЧНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ КРАТКОСРОЧНОГО
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН**

(Исследовательская программа 27A/6)

(1982)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

что эффективность использования радиочастотного спектра зависит от наличия самых надежных солнечно-геофизических данных, полученных в мировом масштабе путем наблюдений как с помощью наземных средств, так и со спутников,

ЕДИНОДУШНО ВЫРАЖАЕТ МНЕНИЕ, что администрации должны приложить все усилия:

1. чтобы включить регулярные наблюдения (рассматриваемые, например, в Отчетах 727 и 888) составной частью в мировые сети, обеспечив тем самым основу для краткосрочных прогнозов;
2. чтобы установить новые средства наблюдений в тех районах, где не имеется достаточной сети наблюдательных станций.

Примечание. — Директору МККР поручается передать для комментариев этот текст вместе с Отчетами 727 и 888 Международному научному радиосоюзу (URSI), Международному союзу по геодезии и геофизике (IUGG), Международному астрономическому союзу (IAU), Научному комитету по солнечно-земной физике (SCOSTEP) и Комитету по исследованию космического пространства (COSPAR).

МНЕНИЕ 68-1

**БАНК ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ ВЧ СИГНАЛОВ,
РАСПРОСТРАНЯЮЩИХСЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ВОЛНОЙ**

(Вопрос 42/6)

(1982–1990)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

- (a) что для проверки точности методов оценки напряженности поля сигналов и для возможности разработки новых методов необходимы измерения напряженности поля ВЧ сигналов, распространяющихся пространственной волной, полученные в стандартизованных условиях в широком диапазоне трасс и режимов эксплуатации;
- (b) что в Отчете 253 обстоятельно описывается возможный порядок выполнения измерений и представления их результатов для получения наиболее качественных стандартизованных данных;
- (c) что в Отчете 1149 приводятся технические условия проведения кампании измерений напряженности поля, имеющей целью создать базу для улучшения методов прогнозирования в будущем;
- (d) что МККР образовал через посредство своей Временной Рабочей группы 6/1 банк данных измерений, но количество имеющихся в нем данных недостаточно для выполнения поставленных целей,

ЕДИНОДУШНО ВЫРАЖАЕТ МНЕНИЕ,

1. что администрации и организации должны предпринять все усилия и предоставить имеющиеся у них данные измерений Директору МККР для включения в банк данных;
2. что администрации и организации должны накапливать и предоставлять данные в соответствии с подробностями, приведенными в Отчете 253;
3. что, хотя предпочтение следует отдать данным, полученным в соответствии с Отчетом 253, необходимо способствовать предоставлению администрациями и организациями других имеющихся у них данных. Последние должны сопровождаться соответствующим объяснением характера и метода их обработки.

Примечание. — См. также Мнение 45.

МНЕНИЕ 69

ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ НА ЧАСТОТАХ
НИЖЕ ПРИБЛИЗИТЕЛЬНО 1,7 МГц

(Исследовательская программа 31D/6)

(1982)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

что имеется необходимость в более точных данных о распространении радиоволн на частотах ниже приблизительно 1,7 МГц,

ЕДИНОДУШНО ВЫРАЖАЕТ МНЕНИЕ,

1. что следует содействовать участию администраций и организаций, которые обладают возможностью проводить измерения напряженности поля и фазы или могут обеспечить соответствующие передачи, в измерительных кампаниях, особенно в тех частях земного шара, где не проведено достаточного числа таких измерений;
 2. что администрации и организации должны передавать результаты своих измерений Директору МККР. По возможности следует использовать стандартизованную форму, описанную в Мнении 46.
-

МНЕНИЕ 82

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИОНОСФЕРНОГО ИНДЕКСА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ (IG)
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ foF2

(1986)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

(a) что в Отчете 340 содержатся карты и численные данные, обеспечивающие возможность прогнозирования наиболее доступными средствами foF2 в зависимости от числа солнечных пятен;

(b) что в ряде районов и для некоторых периодов времени получаемые прогнозы обладают нежелательно большими погрешностями (см. Отчет 430) и что применение метода прогнозирования, обеспечивающего повышенную точность, благоприятно отразилось бы на эффективности связей;

(c) что индекс IG [Liu и др., 1983 г.], полученный на основе ионосферных наблюдений независимо от числа солнечных пятен, предложен для использования совместно с данными, имеющимися в Отчете 340;

Примечание. — В вышеупомянутой статье новый индекс, который в настоящем документе называется IG, имеет обозначение GESSN.

(d) что получены доказательства ощутимого повышения точности прогнозирования foF2 при использовании IG_{12} вместо R_{12} ;

(e) что имеются месячные значения IG за 40 последних лет и что ожидаемые величины IG_{12} прогнозируются тем же самым методом, что используется для прогнозирования R_{12} (см. Рекомендацию 371);

(f) что через Секретариат МККР можно получить прогнозируемые величины IG_{12} на полный солнечный цикл,

ЕДИНОДУШНО ВЫРАЖАЕТ МНЕНИЕ,

что следует оказать содействие Совету по научным и техническим исследованиям Соединенного Королевства в продолжение прогнозирования IG_{12} для оценки foF2 и направлении прогнозов Директору МККР для использования администрациями и организациями, испытывающими в них потребность.

ССЫЛКИ

LIU, R.Y., SMITH, P.A. and KING, J.W. [1983] A new solar index which leads to improved foF2 predictions using the CCIR Atlas. *Telecomm. J.*, Vol. 50, VIII, 408–414.

МНЕНИЕ 85*

ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК АТМОСФЕРНЫХ РАДИОПОМЕХ

(1986)

МККР,

УЧИТЫВАЯ,

- (a) что величина напряженности поля атмосферных радиопомех является фактором, устанавливающим ограничения на характеристики радиолиний, работающих на частотах ниже приблизительно 30 МГц;
- (b) что информация, содержащаяся в Отчете 322-2 (Женева, 1982 г.), использовалась многие годы в качестве одного из элементов планирования радиослужб;
- (c) что в Отчете 322-3 приводится новая информация о характеристиках атмосферных радиопомех, которая для некоторых частей земного шара значительно отличается от сведений, содержавшихся в более ранней версии Отчета;
- (d) что необходимы дальнейшие исследования, подробно изложенные в Исследовательской программе 29В/6,

ЕДИНОДУШНО ВЫРАЖАЕТ МНЕНИЕ, что администрации и признанные частные эксплуатационные компании должны предпринять все усилия:

1. чтобы провести измерения напряженности поля и других характеристик атмосферных радиопомех, помня о необходимости различать естественные помехи и помехи, создаваемые источниками искусственного происхождения;
2. чтобы провести анализ результатов измерений атмосферных радиопомех на основе параметров, используемых в Отчете 322, для облегчения сравнения данных;
3. чтобы оценить практические результаты использования информации, имеющейся в Отчете 322, для планирования радиосистем.

* Это Мнение следует довести до сведения 1, 3, 7 и 10-й Исследовательских комиссий.

92-61-04224-4