



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

P.57

(11/2005)

СЕРИЯ Р: КАЧЕСТВО ТЕЛЕФОННОЙ ПЕРЕДАЧИ,
ТЕЛЕФОННЫЕ УСТАНОВКИ, СЕТИ МЕСТНЫХ
ЛИНИЙ

Аппарат объективного измерения

Испытательный прибор "Искусственное ухо"

Рекомендация МСЭ-Т P.57

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Р

КАЧЕСТВО ТЕЛЕФОННОЙ ПЕРЕДАЧИ, ТЕЛЕФОННЫЕ УСТАНОВКИ, СЕТИ МЕСТНЫХ ЛИНИЙ

Словарь и воздействие параметров передачи на мнение клиента о качестве передачи	серия	P.10
Абонентские линии и аппараты	серия	P.30
Стандарты передачи	серия	P.40
Аппарат объективного измерения	серия	P.50
		P.500
Объективные электроакустические измерения	серия	P.60
Измерения, относящиеся к громкости речи	серия	P.70
Методы объективной и субъективной оценки качества	серия	P.80
Абонентские линии и установки	серия	P.300
Аппарат объективного измерения	серия	P.500
Методы для объективной и субъективной оценки качества	серия	P.800
Аудиовизуальное качество в мультимедийных услугах	серия	P.900
Характеристики передачи и аспекты КО конечной точки в IP-сети	серия	P.1000

Для получения более подробной информации просьба обращаться к перечню Рекомендаций МСЭ-Т.

Испытательный прибор "Искусственное ухо"

Резюме

В настоящей Рекомендации определяются электроакустические характеристики испытательного прибора "Искусственное ухо", которые должны использоваться в телефонметрических измерениях. Определяются три типа устройств: тип телефонной полосы для измерений в традиционных телефонных аппаратах, вставляемый тип и тип, точно воспроизводящий характеристики человеческого уха.

Последний тип (тип 3) определяется в четырех конфигурациях. Требования к третьей (тип 3.3 – имитатор наружного уха) в данной версии Рекомендации МСЭ-Т Р.57 немного пересмотрены за счет определения его конструкции из более мягкого упругого полимера.

Кроме этого, было изменено описание применимости всех согласующих устройств, теперь области их применения могут пересекаться в соответствии с типом измеряемого приемника.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т Р.57 была утверждена 29 ноября 2005 года 12-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2005–2008 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

На Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяются темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соблюдение положений данной Рекомендации носит добровольный характер. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (например, для обеспечения возможности взаимодействия или применимости), и соблюдение положений данной Рекомендации достигается в случае выполнения всех этих обязательных положений. Для выражения необходимости выполнения требований используется синтаксис долженствования и соответствующие слова (такие, как "должен" и т.п.), а также их отрицательные эквиваленты. Использование этих слов не предполагает, что соблюдение положений данной Рекомендации является обязательным для какой-либо из сторон.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ получил извещение об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ.

© ITU 2006

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения и цель	1
1.1 Сфера применения	1
1.2 Цель	1
2 Нормативные справочные документы	1
3 Определения	1
4 Сокращения	4
5 Типы испытательного прибора "Искусственное ухо"	4
5.1 Тип 1 – МЭК 60318	4
5.2 Тип 2 – МЭК 60711	5
5.3 Тип 3	7
5.4 Калибровка испытательного прибора "Искусственное ухо" типа 1	17
5.5 Проверка рабочих характеристик испытательного прибора "Искусственное ухо" типа 2, типа 3.1, типа 3.3 и типа 3.4	19
5.6 Стандартные атмосферные условия	19
5.7 Общие требования	19
5.8 Перевод значений для DRP в значения для ERP	19
Приложение А – Практическая процедура по определению входного акустического сопротивления испытательного прибора "Искусственное ухо"	20
А.1 Введение	20
А.2 Калибровка измерителя сопротивления	21
А.3 Калибровка испытательного прибора "Искусственное ухо"	22

Испытательный прибор "Искусственное ухо"

1 Сфера применения и цель

1.1 Сфера применения

В настоящей Рекомендации определяется испытательный прибор "Искусственное ухо", предназначенный для использования в телефонметрических измерениях. Рекомендуется три типа, оборудованных различными датчиками, различных типов, размеров и технологий.

Методы использования испытательного прибора "Искусственное ухо" выходят за рамки настоящей Рекомендации, однако здесь приводятся некоторые общие правила, касающиеся силы приложения и размещения датчиков.

1.2 Цель

Определяется три типа испытательного прибора "Искусственное ухо":

- 1) тип телефонной полосы для измерений в традиционных телефонных аппаратах;
- 2) тип для измерений на миниатюрных телефонах, вставляемых в ушную раковину;
- 3) тип, точно воспроизводящий характеристики среднего уха человека.

2 Нормативные справочные документы

В нижеследующих Рекомендациях МСЭ-Т и в других документах содержатся положения, которые с помощью ссылки в настоящем тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На время публикации указанные здесь издания были действительными. Все рекомендации и другие документы постоянно пересматриваются; поэтому всем пользователям данной Рекомендации настоятельно рекомендуется по возможности использовать последние издания перечисленных ниже Рекомендаций и других документов. Список действующих рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка в настоящей Рекомендации на какой-либо документ не придает этому отдельному документу статуса рекомендации.

- [1] IEC 60318-1 (1998), *Electroacoustics – Simulators of human head and ear – Part 1: Ear simulator for the calibration of supra-aural earphones.*
- [2] IEC 60711 (1981), *Occluded-ear simulator for the measurement of earphones coupled to the ear by ear inserts.*
- [3] ITU-T Recommendation P.79 (1999), *Calculation of loudness ratings for telephone sets.*
- [4] ITU-T Recommendation P.380 (2003), *Electro-acoustic measurements on headsets.*
- [5] IEC 61260 (1995), *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters.*
- [6] IEC/TR 60959 (1990), *Provisional head and torso simulator for acoustic measurements on air conduction hearing aids.*

3 Определения

В настоящей Рекомендации определяются следующие термины:

3.1 испытательный прибор "Искусственное ухо": Устройство для калибровки головных телефонов, включающее в себя акустический преобразователь и калибровочный микрофон для измерения давления звука, имеющее полное акустическое сопротивление, аналогичное полному акустическому сопротивлению человеческого уха в заданном диапазоне частот.

3.2 контрольная точка уха (ERP): Виртуальная точка, служащая геометрическим эталоном, расположенная у входного отверстия уха слушателя, обычно используемая для расчета телефонметрических степеней громкости.

3.3 точка входа в ушной канал (EER): Точка, расположенная в центре отверстия ушного канала.

3.4 контрольная точка барабанной перепонки (DRP): Точка, расположенная на конце ушного канала, соответствующая положению барабанной перепонки.

3.5 продолжение ушного канала: Цилиндрический резонатор, расширяющий модель ушного канала, созданную имитатором среднего уха за пределами ушной раковины.

3.6 имитатор уха: Устройство для измерения звукового давления на выходе головного телефона в определенных громкостных условиях в конкретной полосе частот. Он состоит, главным образом, из главного резонатора, цепей акустической нагрузки и калиброванного микрофона. Положение микрофона выбирается так, чтобы звуковое давление на микрофон примерно соответствовало звуковому давлению, оказываемому на барабанную перепонку человеческого уха.

3.7 имитатор среднего уха: Имитатор уха, который имитирует внутреннюю часть ушного канала, от кончика вставляемого в ухо устройства до барабанной перепонки.

3.8 имитатор наружного уха: Устройство, которое имеет форму и размеры, близкие к форме и размерам наружного уха среднего взрослого человека.

3.9 головные телефоны, закрывающие ухо: Головные телефоны, которые закрывают наружное ухо и примыкают к поверхности головы вокруг уха. Контакт с головой, как правило, поддерживается при помощи мягких наушников. Головные телефоны, закрывающие ухо, могут касаться наружного уха, но не оказывать заметного давления на него (см. рисунок 1).

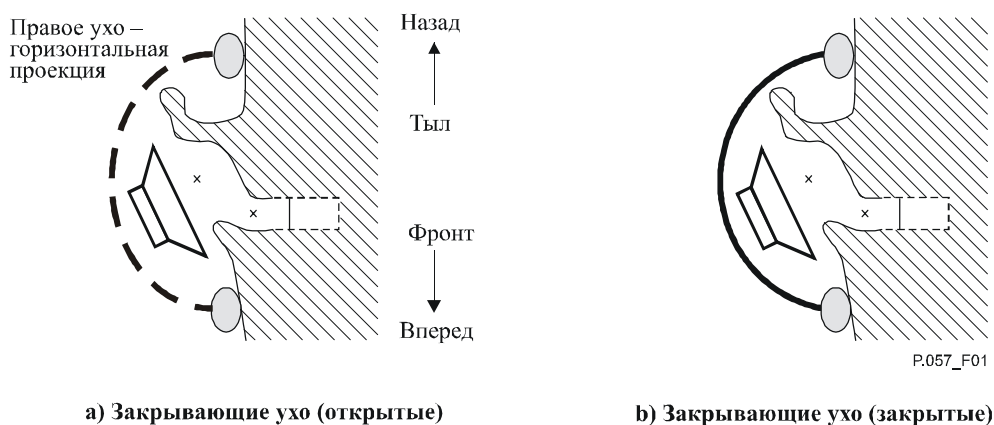


Рисунок 1/P.57 – Головные телефоны, закрывающие ухо

3.10 головные телефоны, расположенные на ухе: Головные телефоны, которые крепятся на наружном ухе и имеют внешний диаметр (или максимальный размер) не менее 45 мм (см. рисунок 2).

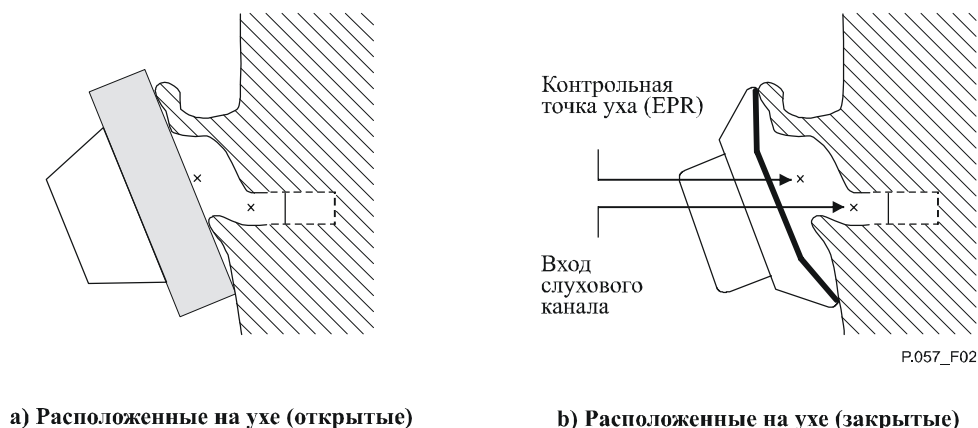


Рисунок 2/P.57 – Головные телефоны, расположенные на ухе

3.11 головные телефоны, расположенные на ушной раковине: Головные телефоны, предназначенные для крепления на краях ушной раковины и имеющие внешний диаметр (или максимальный размер) более 25 мм и менее 45 мм (см. рисунок 3).

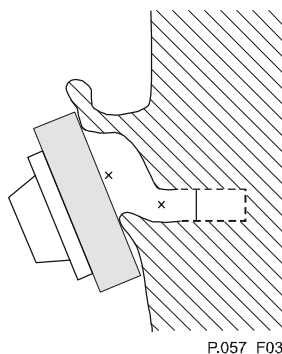
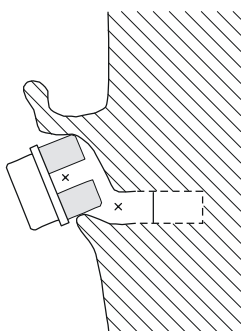
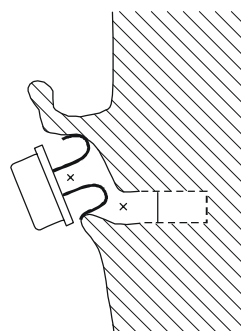


Рисунок 3/P.57 – Головные телефоны (открытые), расположенные на ушной раковине

3.12 головные телефоны, расположенные внутри ушной раковины: Головные телефоны, предназначенные для размещения внутри ушной раковины. Они имеют внешний диаметр (или максимальный размер) менее 25 мм, но не предназначены для размещения внутри слухового канала (см. рисунок 4).



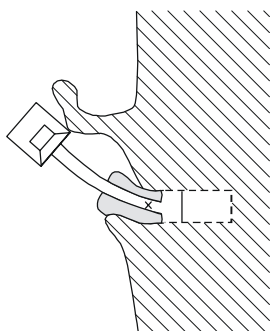
а) Расположенные внутри ушной раковины (открытые)



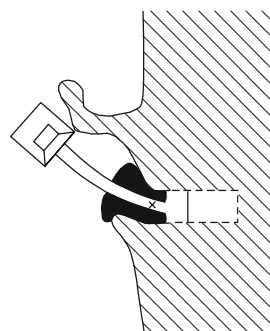
б) Расположенные внутри ушной раковины (закрытые)

Рисунок 4/P.57 – Головные телефоны, расположенные внутри ушной раковины

3.13 миниатюрные телефоны, вставляемые в ушную раковину: Головные телефоны, предназначенные для частичного или полного размещения внутри ушного канала (см. рисунок 5).



а) Вставляемые в ушную раковину (открытые)



б) Вставляемые в ушную раковину (закрытые)

Рисунок 5/P.57 – Миниатюрные телефоны, вставляемые в ушную раковину

3.14 акустически открытые телефоны (номинально, негерметичные): Головные телефоны, которые создают акустический тракт между внешней средой и ушным каналом.

3.15 акустически закрытые телефоны (номинально, герметичные): Головные телефоны, предназначенные для предотвращения любой акустической связи между внешней средой и ушным каналом.

4 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

HATS Имитатор головы и корпуса

LRGP Положение предохранительного кольца показателя громкости

5 Типы испытательного прибора "Искусственное ухо"

Основным назначением испытательного прибора "Искусственное ухо" является испытание приемника в условиях, которые наиболее точно соответствуют его реальному использованию человеком. Приведенные далее рекомендации основаны на условиях использования, в которых предполагается применять испытываемые приемники. Не должны вноситься изменения в испытательный прибор "Искусственное ухо" или в процедуру испытаний. Во избежание изменения определенного в спецификации объема ушной раковины и/или степени утечки не следует использовать мягкий герметик типа шпатлевки.

Из определенных ниже типов испытательного прибора "Искусственное ухо" типы испытательного прибора "Искусственное ухо" с гибким наружным ухом, как считается, наиболее точно соответствуют условиям использования, в которых предполагается применять испытываемые приемники.

5.1 Тип 1 – МЭК 60318

Испытательный прибор "Искусственное ухо" первого типа определяется в МЭК 60318-1 [1].

Испытательный прибор "Искусственное ухо" первого типа рекомендуется использовать только как имитатор уха старого образца для измерений на больших, размещаемых на ухе или на ушной раковине, жестких, конических симметричных приемниках, которые, как правило, крепятся к ободку имитатора, предназначенных для узкополосных телефонных приложений (100 Гц – 4 кГц). Испытательный прибор "Искусственное ухо" первого типа не должен использоваться для приемников, не отвечающих этим требованиям.

Входное акустическое сопротивление и частотная характеристика чувствительности испытательного прибора "Искусственное ухо" первого типа определяются относительно ERP как описано в § 5.4. Номинальные численные значения графика сопротивления и соответствующие пределы допусков показаны в таблице 1.

Таблица 1/Р.57 – Акустическое сопротивление (испытательный прибор "Искусственное ухо" первого типа – МЭК 60318)

Частота (Гц)	Акустическое сопротивление (дБ относительно 1 Па с/м ³)	Допуск (± дБ)	Частота (Гц)	Акустическое сопротивление (дБ относительно 1 Па с/м ³)	Допуск (± дБ)
100	145,6	1	950	134,5	1
106	145,3	1	1 000	134,0	1
112	145,0	1	1 060	133,4	1
118	144,6	1	1 120	132,8	1
125	144,3	1	1 180	132,2	1
132	144,0	1	1 250	131,7	1
140	143,7	1	1 320	131,1	1
150	143,4	1	1 400	130,6	1
160	143,2	1	1 500	130,1	1
170	143,0	1	1 600	129,6	1
180	143,0	1	1 700	129,4	1

**Таблица 1/Р.57 – Акустическое сопротивление (испытательный прибор
"Искусственное ухо" первого типа – МЭК 60318)**

Частота (Гц)	Акустическое сопротивление (дБ относительно 1 Па с/м ³)	Допуск (± дБ)	Частота (Гц)	Акустическое сопротивление (дБ относительно 1 Па с/м ³)	Допуск (± дБ)
190	142,9	1	1 800	129,2	1
200	142,8	1	1 900	129,2	1
212	142,9	1	2 000	129,3	1
224	142,9	1	2 120	129,5	1
236	143,1	1	2 240	129,7	1
250	143,2	1	2 360	129,8	1
265	143,4	1	2 500	129,8	1
280	143,5	1	2 650	129,6	1
300	143,7	1	2 800	129,2	1
315	143,6	1	3 000	128,6	1
335	143,7	1	3 150	127,9	1
355	143,6	1	3 350	127,0	1
375	143,3	1	3 550	125,9	1
400	143,0	1	3 750	124,8	1
425	142,7	1	4 000	123,2	1
450	142,2	1	4 250	121,5	1
475	141,7	1	4 500	119,5	1
500	141,3	1	4 750	117,1	1
530	140,7	1	5 000	114,2	1
560	140,1	1	5 300	109,6	1
600	139,4	1	5 600	104,7	1
630	138,9	1	6 000	109,6	1
670	138,3	1	6 300	113,6	1
710	137,6	1	6 700	117,0	1
750	137,1	1	7 100	119,5	1
800	136,4	1	7 500	121,3	1
850	135,7	1	8 000	123,2	1
900	135,1	1			

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Испытательный прибор "Искусственное ухо" первого типа не пригоден для измерения головных телефонов с малым акустическим сопротивлением.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Испытательный прибор "Искусственное ухо" первого типа определяется для имитации акустической нагрузки на ухо человека в условиях отсутствия утечки звука. Для расчета показателя громкости приема в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т Р.79 рекомендуется, чтобы данные измерения были бы скорректированы с применением коэффициента корректировки потерь в реальном ухе L_E , значения которого приведены в таблице 2/Р.79.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Для размещения наушников на испытательном приборе "Искусственное ухо" первого типа рекомендуется использовать силу приложения от 5 Н до 10 Н. Всегда следует указывать в отчете, какая сила использовалась при измерениях.

5.2 Тип 2 – МЭК 60711

Испытательный прибор "Искусственное ухо" второго типа определяется в МЭК 60711 [2].

Испытательный прибор "Искусственное ухо" второго типа рекомендуется использовать для измерений на миниатюрных телефонах, вставляемых в ушную раковину, как герметичных, так и негерметичных.

Звуковое давление, измеренное при помощи испытательного прибора "Искусственное ухо" второго типа, относится к контрольной точке барабанной перепонки (DRP). Корректирующая функция, приведенная в таблицах 2а (измерения в полосе 1/3 октавы) и 2b (измерения в полосе 1/12 октавы и

синусоидальные измерения) должна использоваться для перевода данных в данные для контрольной точки уха (ERP), когда это требуется для расчета показателей громкости или для проверки соответствия полученных результатов спецификациям, основанным на данных измерений, выполненных для ERP.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Для расчета показателя громкости приема в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т Р.79 коэффициент корректировки потерь в реальном ухе L_E должен быть таким, как указано в Рекомендации МСЭ-Т Р.380.

Таблица 2а/Р.57 – S_{DE} – Треть-октавные измерения

Частота (Гц)	S_{DE} (дБ)	Частота (Гц)	S_{DE} (дБ)
100	0,0	1 000	–1,7
125	0,0	1 250	–2,6
160	0,0	1 600	–4,2
200	0,0	2 000	–6,5
250	–0,3	2 500	–9,4
315	–0,2	3 150	–10,3
400	–0,5	4 000	–6,6
500	–0,6	5 000	–3,2
630	–0,7	6 300	–3,3
800	–1,1	8 000	–16,0
		(10 000)	(–14,4)

S_{DE} Функция преобразования DRP в ERP
 $S_{DE} = 20 \log_{10} (P_E/P_D)$,
где: P_E Звуковое давление в точке ERP
 P_D Звуковое давление в точке DRP.
Значения в этой таблице применимы только для 1/3-октавных измерений.

Таблица 2б/Р.57 – S_{DE} – Измерения в полосе одна двенадцатая октавы

Частота (Гц)	S_{DE} (дБ)	Частота (Гц)	S_{DE} (дБ)	Частота (Гц)	S_{DE} (дБ)	Частота (Гц)	S_{DE} (дБ)
92	0,1	290	–0,3	917	–1,3	2 901	–11,0
97	0,0	307	–0,2	972	–1,4	3 073	–10,5
103	0,0	325	–0,2	1 029	–1,8	3 255	–10,2
109	0,0	345	–0,2	1 090	–2,0	3 447	–9,1
115	0,0	365	–0,4	1 155	–2,3	3 652	–8,0
122	0,0	387	–0,5	1 223	–2,4	3 868	–6,9
130	0,0	410	–0,4	1 296	–2,6	4 097	–5,8
137	0,0	434	–0,6	1 372	–3,1	4 340	–5,0
145	0,0	460	–0,3	1 454	–3,3	4 597	–4,2
154	0,0	487	–0,7	1 540	–3,9	4 870	–3,3
163	0,0	516	–0,6	1 631	–4,4	5 158	–2,7
173	–0,1	546	–0,6	1 728	–4,8	5 464	–2,4
183	–0,1	579	–0,6	1 830	–5,3	5 788	–2,4
193	0,0	613	–0,6	1 939	–6,0	6 131	–2,5
205	0,1	649	–0,8	2 053	–6,9	6 494	–3,3
218	0,0	688	–0,8	2 175	–7,5	6 879	–4,5

Таблица 2b/P.57 – S_{DE} – Измерения в полосе одна двенадцатая октавы

Частота (Гц)	S_{DE} (дБ)	Частота (Гц)	S_{DE} (дБ)	Частота (Гц)	S_{DE} (дБ)	Частота (Гц)	S_{DE} (дБ)
230	–0,1	729	–1,0	2 304	–8,1	7 286	–5,9
244	–0,2	772	–1,1	2 441	–9,1	7 718	–9,0
259	–0,3	818	–1,1	2 585	–9,5	8 175	–14,2
274	–0,3	866	–1,2	2 738	–10,4	8 659	–20,7
Перечисленные частоты – это центральные частоты 1/12 октавы, определенные в МЭК 61260 [5]. Значения применимы для измерений в полосе 1/12 октавы, а также для синусоидальных измерений. Значения S_{DE} для промежуточных частот могут быть определены при помощи интерполяции по функции ($\log f$) в зависимости от ($\ln$ дБ).							

5.3 Тип 3

Испытательный прибор "Искусственное ухо" третьего типа состоит из имитатора среднего уха МЭК 60711, к которому добавлено продолжение ушного канала, оканчивающееся устройством, имитирующим наружное ухо. Рекомендовано три имитатора наружного уха, обеспечивающих пригодные механизмы связи для измерений с различными типами датчиков. Конфигурации испытательного прибора "Искусственное ухо" третьего типа классифицируются следующим образом:

- Тип 3.1 Имитатор нижней части ушной раковины.
- Тип 3.2 Упрощенный имитатор наружного уха.
- Тип 3.3 Имитатор наружного уха (имеющий анатомическую форму).
- Тип 3.4 Имитатор наружного уха (упрощенный).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Акустически открытые телефоны, оборудованные мягкими наушниками, должны прижиматься к испытательному прибору "Искусственное ухо" третьего типа с такой же силой, с какой они прижимаются при их обычном использовании. Всегда следует указывать в отчете, какая сила использовалась при измерениях.

5.3.1 Тип 3.1 – Имитатор нижней части ушной раковины

Имитация нижней части ушной раковины реализуется в испытательном приборе "Искусственное ухо" типа 3.1 при помощи завершения 10,0 мм продолжения ушного канала плоской пластиной.

Испытательный прибор "Искусственное ухо" типа 3.1 рекомендуется использовать для измерений на головных телефонах, расположенных внутри ушной раковины, созданных для размещения на нижней части ушной раковины.

Звуковое давление, измеренное при помощи испытательного прибора "Искусственное ухо" типа 3.1, относится к контрольной точке барабанной перепонки (DRP). Корректирующая функция, приведенная в таблицах 2a (измерения в полосе 1/3 октавы) и 2b (измерения в полосе 1/12 октавы и синусоидальные измерения) должна использоваться для перевода данных в данные для контрольной точки уха (ERP), когда это требуется для расчета показателей громкости или для проверки соответствия полученных результатов спецификациям, основанным на данных измерений, выполненных для ERP.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Для расчета показателя громкости приема в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т Р.79 коэффициент корректировки потерь в реальном ухе L_E должен быть установлен равным нулю.

5.3.2 Тип 3.2 – Упрощенный имитатор наружного уха

Имитация наружного уха реализуется в испытательном приборе "Искусственное ухо" типа 3.2 при помощи завершения ушной раковины 10,0 мм продолжения ушного канала. Известная степень утечки из раковины во внешнюю среду моделирует усредненные потери в реальном ухе для головных телефонов, которые либо плотно прижаты (вариант с малой утечкой) к уху человека, либо прижаты неплотно (вариант с большой утечкой). Конструкция утечки может быть различной, в зависимости от конкретного приложения искусственного уха типа 3.2 (см. рисунок 6 и таблицы 3a и 3b).

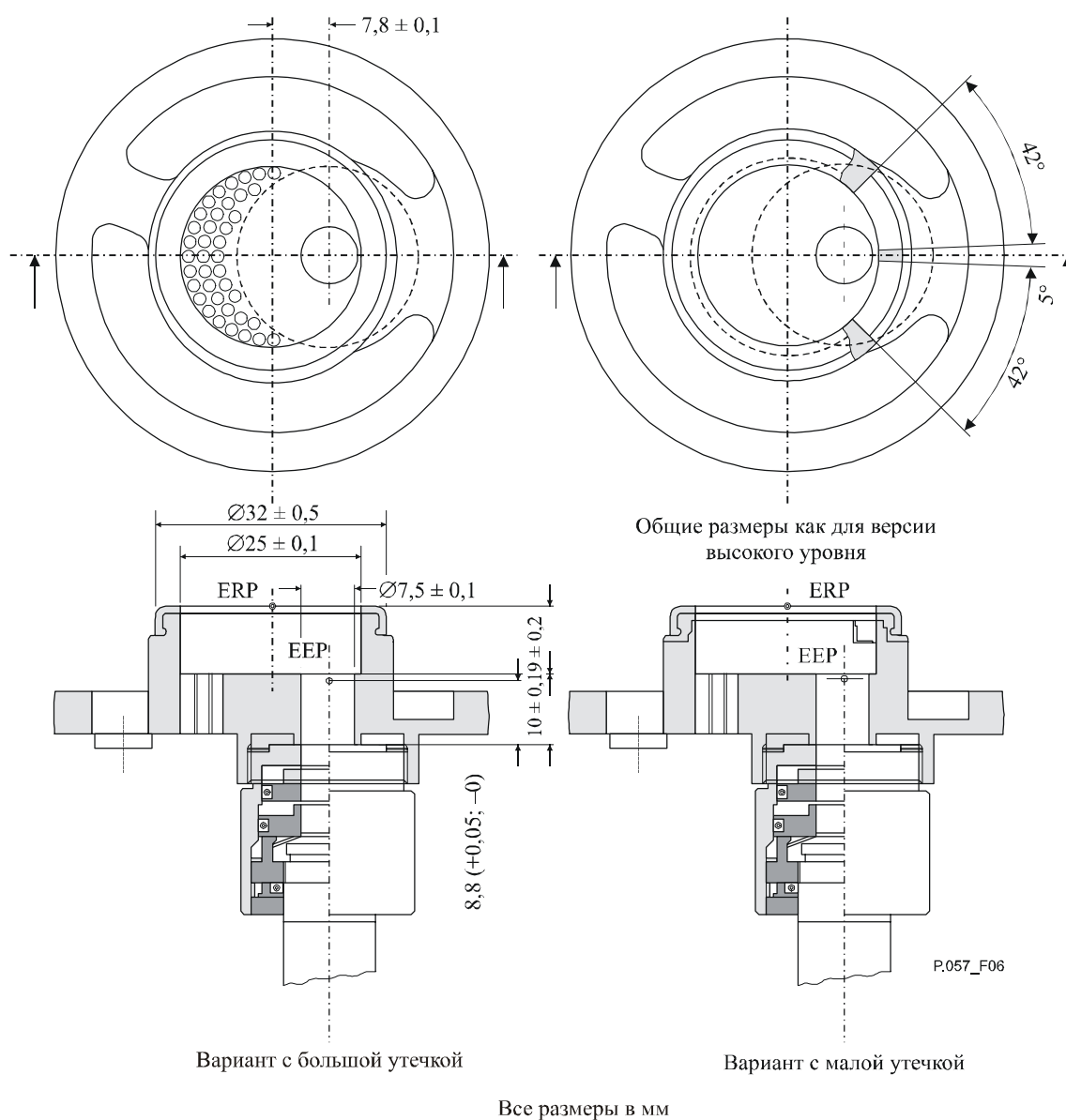


Рисунок 6/P.57 – Примеры имитаторов наружного уха с большой и малой утечкой, предназначенных для использования в испытательной голове LRGP

Таблица 3а/P.57 – Моделирование утечки – Реализуется с применением щели (испытательный прибор "Искусственное ухо" типа 3.2)

Степень утечки	Использование	Глубина щели (мм)	Высота щели (мм)	Угол раскрытия (градусы)
Малая	LRGP/HATS	$2,8 \pm 0,2$	$0,26 \pm 0,01$	84 ± 1
Большая	HATS	$1,9 \pm 0,2$	$0,50 + 0,01 - 0,03$	240 ± 1

Таблица 3б/P.57 – Моделирование утечки – Реализуется с применением цилиндрических отверстий (испытательный прибор "Искусственное ухо" типа 3.2)

Степень утечки	Использование	Число отверстий	Диаметр (мм)	Глубина (мм)
Большая	LRGP	33	1,7	$8,5 \pm 0,2$
		6	1,8	$8,5 \pm 0,2$

Испытательный прибор "Искусственное ухо" типа 3.2 с большой и малой утечкой рекомендуется использовать для измерений на размещаемых на ухе или на ушной раковине, жестких приемниках, которые, как правило, крепятся к ободку имитатора, предназначенных как для узкополосных, так и для широкополосных телефонных приложений (100 Гц – 8 кГц). Оно также рекомендовано к использованию для измерений на приемниках с малым акустическим сопротивлением.

Входное акустическое сопротивление и частотная характеристика чувствительности испытательного прибора "Искусственное ухо" 3.2 определяются в точке ERP, как описано в § 5.4. Номинальные численные значения графика сопротивления и соответствующие пределы допусков показаны в таблицах 4а, 4b и 4с.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Степень утечки ("большая" или "малая"), принятая для измерений, должна быть указана в отчете. Малая утечка предназначена для моделирования потерь в реальном ухе при неплотно прижатом приемнике.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Испытательный прибор "Искусственное ухо" типа 3.2 моделирует ушной канал уха человека, при этом диафрагма микрофона располагается на месте барабанной перепонки. Следовательно, кроме характеристик конкретного микрофона, частотная характеристика чувствительности испытательного прибора "Искусственное ухо" содержит индивидуально определенную функцию преобразования данных ERP в данные DRP. Поэтому чрезвычайно важно, чтобы результаты измерений были скорректированы для данных калибровки частотной характеристики чувствительности (в условиях открытого уха), которые поставляются вместе с конкретным используемым испытательным прибором "Искусственное ухо".

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Для расчета показателя громкости приема в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т Р.79 коэффициент коррекции потерь в реальном ухе L_E должен быть установлен равным нулю.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Функция преобразования данных ERP в данные DRP существенно зависит от акустической нагрузки на ухо. Для целей диагностики (например, для интерпретации отличий от результатов измерений, выполненных с применением испытательного прибора "Искусственное ухо" первого типа), вместе с испытательным прибором "Искусственное ухо" типа 3.2 могут поставляться данные калибровки, записанные в условиях закрытого уха или с другими известными акустическими окончаниями.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Завершение продолжения ушного канала плоской пластиной, выполненное в испытательном приборе "Искусственное ухо" типа 3.2, является возможным вариантом реализации испытательного прибора "Искусственное ухо" типа 3.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Испытательный прибор "Искусственное ухо" типа 3.2 предназначен для использования только с головными телефонами, созданными для работы в тесном контакте с реальным наружным ухом.

ПРИМЕЧАНИЕ 7. – Все размеры, определяющие акустическую утечку, даны только для справки. В различных коммерческих реализациях они могут быть слегка изменены с целью получения номинального входного акустического сопротивления.

ПРИМЕЧАНИЕ 8. – Для размещения жестких наушников на испытательном приборе "Искусственное ухо" типа 3.2 рекомендуется использовать силу приложения от 5 Н до 10 Н. Всегда следует указывать в отчете, какая сила использовалась при измерениях.

ПРИМЕЧАНИЕ 9. – Для приемников, которые обычно не крепятся на держателе имитатора, может быть создан адаптер с геометрией, соответствующей приемнику. Этот адаптер может быть выполнен на токарном станке или отлит и не должен изменять установленный объем ушной раковины или степень утечки. Адаптер должен быть сделан из материала, который не может быть изменен, деформирован или модифицирован человеком, выполняющим испытания.

Все размеры, связанные с утечкой, даны только для справки – см. также рисунок 6. Практические исполнения должны быть всегда оптимизированы относительно акустических спецификаций.

**Таблица 4а/Р.57 – Акустическое сопротивление, частота резонанса, и Q-факторы
(Тип 3.2 – малая и большая утечка)**

	Q-фактор	Частота резонанса (Гц)	Амплитуда (дБ)
Малая утечка	1,81	713,8	140,4
Допуск ($\pm$)	0,18	25	1,0
Большая утечка	3,5	1 570	138,8
Допуск ($\pm$)	0,35	50	1,5

Таблица 4в/Р.57 – Акустическое сопротивление (тип 3.2 – малая утечка)

Частота (Гц)	Акустическое сопротивление (дБ на 1 Па с/м³)	Допуск (± дБ)	Частота (Гц)	Акустическое сопротивление (дБ на 1 Па с/м³)	Допуск (± дБ)
100	125,77	4,00	950	137,18	1,00
106	126,07	4,00	1 000	136,33	1,00
112	126,18	4,00	1 060	135,34	1,00
118	126,28	4,00	1 120	134,40	1,00
125	126,44	4,00	1 180	133,48	1,00
132	126,60	4,00	1 250	132,46	1,00
140	126,74	4,00	1 320	131,48	1,00
150	127,26	4,00	1 400	130,40	1,00
160	127,27	4,00	1 500	129,10	1,00
170	127,42	3,73	1 600	127,85	1,00
180	127,79	3,47	1 700	126,69	1,00
190	127,89	3,23	1 800	125,58	1,00
200	128,10	3,00	1 900	124,46	1,00
212	128,44	3,00	2 000	123,45	1,00
224	128,71	3,00	2 120	122,38	1,26
236	129,01	3,00	2 240	121,22	1,51
250	129,31	3,00	2 360	119,99	1,74
265	129,66	2,75	2 500	118,69	2,00
280	130,08	2,51	2 650	117,60	2,00
300	130,46	2,21	2 800	116,99	2,00
315	130,92	2,00	3 000	117,47	2,00
335	131,50	2,00	3 150	117,91	2,00
355	132,02	2,00	3 350	118,74	2,00
375	132,52	2,00	3 550	119,23	2,00
400	133,23	2,00	3 750	118,77	2,00
425	133,95	1,73	4 000	116,22	2,00
450	134,72	1,47	4 250	111,62	2,27
475	135,32	1,23	4 500	108,19	2,53
500	136,08	1,00	4 750	111,36	2,77
530	136,97	1,00	5 000	114,89	3,00
560	137,78	1,00	5 300	117,80	3,00
600	138,75	1,00	5 600	119,87	3,00
630	139,45	1,00	6 000	121,93	3,00
670	140,13	1,00	6 300	123,19	3,00
710	140,32	1,00	6 700	124,61	3,00
750	140,30	1,00	7 100	125,81	3,00
800	139,76	1,00	7 500	126,90	3,00
850	138,99	1,00	8 000	128,12	3,00
900	138,09	1,00			

Таблица 4с/Р.57 – Акустическое сопротивление (тип 3.2 – большая утечка)

Частота (Гц)	Акустическое сопротивление (дБ на 1 Па с/м³)	Допуск (± дБ)	Частота (Гц)	Акустическое сопротивление (дБ на 1 Па с/м³)	Допуск (± дБ)
100	105,4	4,0	950	127,7	1,5
106	105,9	4,0	1 000	128,4	1,5
112	106,2	4,0	1 060	129,4	1,5
118	106,7	4,0	1 120	130,5	1,5
125	107,3	4,0	1 180	131,7	1,5
132	107,7	4,0	1 250	133,3	1,5
140	108,3	4,0	1 320	134,9	1,5
150	108,9	4,0	1 400	137,2	1,5
160	109,6	4,0	1 500	138,1	1,5
170	110,1	3,7	1 600	138,1	1,5
180	110,6	3,5	1 700	137,1	1,5
190	111,1	3,2	1 800	135,8	1,5
200	111,5	3,0	1 900	134,0	1,5
212	112,1	3,0	2 000	133,0	1,5
224	112,4	3,0	2 120	130,7	2,0
236	113,0	3,0	2 240	128,3	2,0
250	113,4	3,0	2 360	126,3	2,0
265	114,0	2,8	2 500	124,2	2,0
280	114,5	2,5	2 650	122,6	2,0
300	115,0	2,2	2 800	121,5	2,0
315	115,5	2,0	3 000	121,7	2,0
335	116,1	2,0	3 150	121,9	2,0
355	116,6	2,0	3 350	122,6	2,0
375	117,1	2,0	3 550	123,3	2,0
400	117,7	2,0	3 750	123,4	2,0
425	118,4	1,5	4 000	121,7	2,0
450	118,8	1,5	4 250	118,2	2,3
475	119,3	1,5	4 500	113,8	2,5
500	120,0	1,5	4 750	110,9	2,8
530	120,6	1,5	5 000	113,6	3,0
560	121,1	1,5	5 300	116,6	3,0
600	121,9	1,5	5 600	118,9	3,0
630	122,3	1,5	6 000	121,3	3,0
670	123,0	1,5	6 300	122,7	3,0
710	123,6	1,5	6 700	124,3	3,0
750	124,4	1,5	7 100	125,7	3,0
800	125,2	1,5	7 500	126,9	3,0
850	126,1	1,5	8 000	128,3	3,0
900	126,9	1,5			

5.3.3 Тип 3.3 – Имитатор наружного уха

Испытательный прибор "Искусственное ухо" типа 3.3 реализуется путем завершения реального продолжения ушного канала имитатором наружного уха, описанным в МЭК/TR 60959 [6] (см. рисунки 7a, 7b, 7c и 7d). Точки на рисунке 7b размещаются на вертикальной оси, проведенной через точку входа в ушной канал. Имитатор наружного уха должен быть сделан из высококачественного эластичного полимера, твердость которого, измеренная на поверхности в 15 мм от отверстия ушного канала, должна иметь значение $35 \pm 6^\circ$ ед. Шор-ОО (см. ASTM D2240/DIN53505).

Испытательный прибор "Искусственное ухо" типа 3.3 рекомендуется использовать для измерений на устройствах всех типов.

Звуковое давление, измеренное при помощи испытательного прибора "Искусственное ухо" типа 3.3, относится к контрольной точке барабанной перепонки (DRP). Корректирующая функция, приведенная в таблицах 2a (измерения в полосе 1/3 октавы) и 2b (измерения в полосе 1/12 октавы и синусоидальные измерения), должна использоваться для перевода данных в данные для контрольной точки уха (ERP), когда это требуется для расчета показателя громкости или для проверки соответствия полученных результатов спецификациям, основанным на данных измерений, выполненных для ERP.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Для расчета показателя громкости приема в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т Р.79 коэффициент корректировки потерь в реальном ухе L_E должен быть установлен равным нулю.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Предпочтительное значение силы приложения твердых наушников к имитатору ушной раковины типа 3.3 составляет примерно 10 Ньютонов. Всегда следует указывать в отчете, какая сила использовалась при измерениях.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – HATS с гибкими имитаторами наружного уха – это единственный тип испытательного прибора "Искусственное ухо", рекомендованный для измерений с головными телефонами, как описано в Рекомендации МСЭ-Т Р.380. Однако в том случае, когда используются другие типы испытательного прибора "Искусственное ухо" и с ними получают результаты измерений, отличные от полученных на испытательном приборе "Искусственное ухо" типа 3.3, предпочтение следует отдавать результатам, полученным на испытательном приборе "Искусственное ухо" типа 3.3.

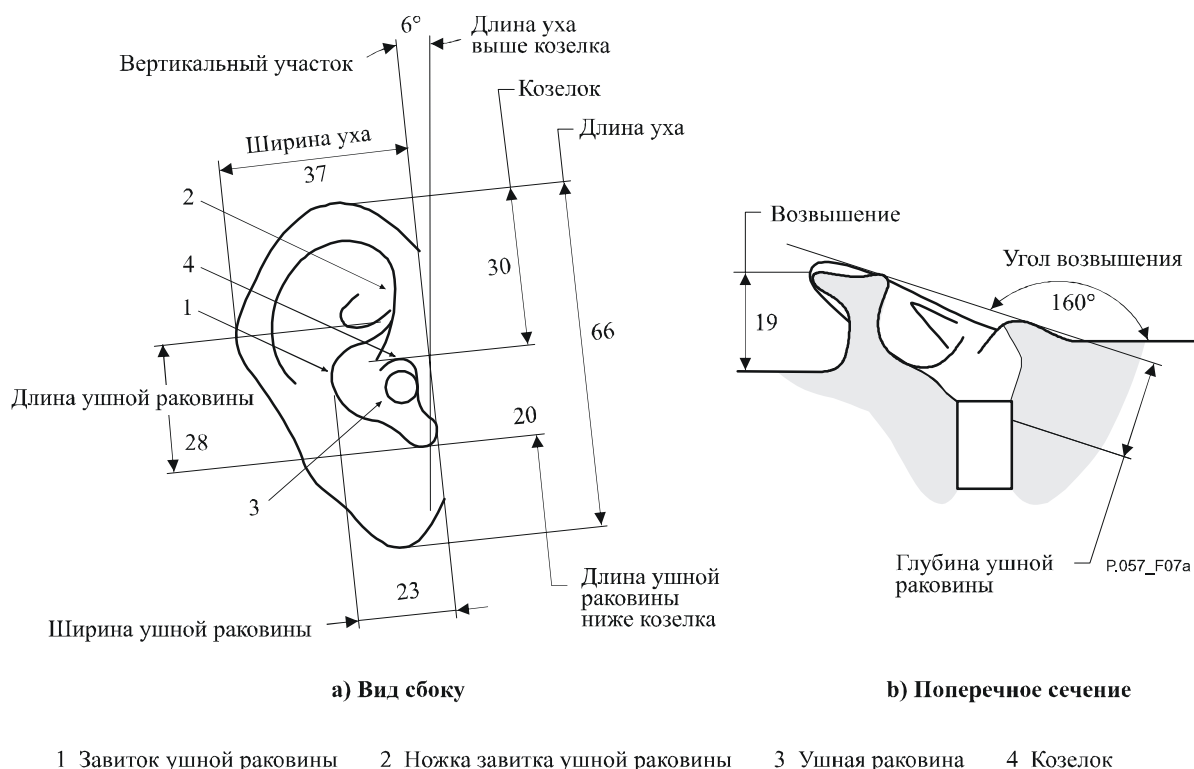


Рисунок 7a/Р.57 – Имитатор наружного уха с автоматически регулируемой формой (не в масштабе, единицы указаны в мм)

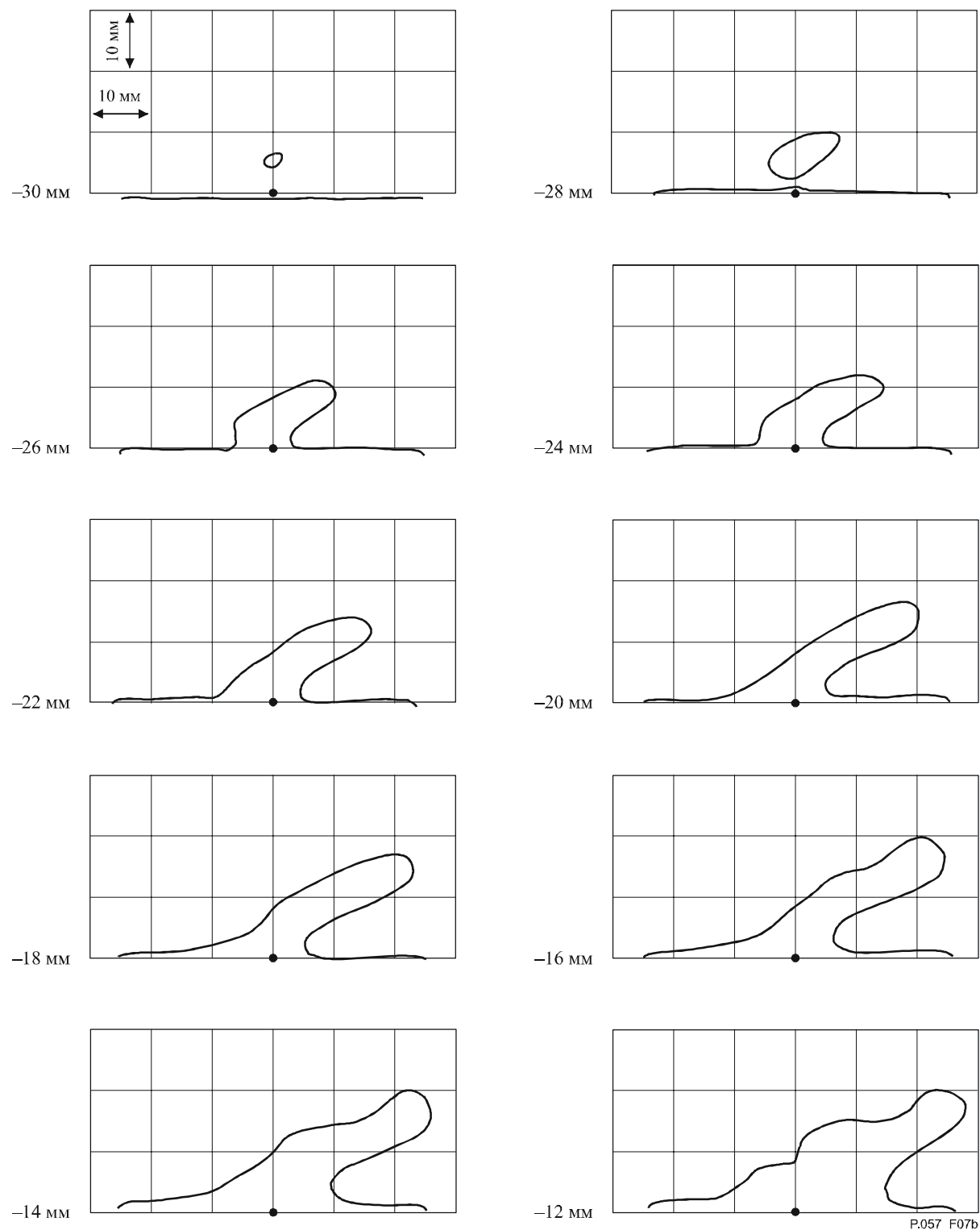
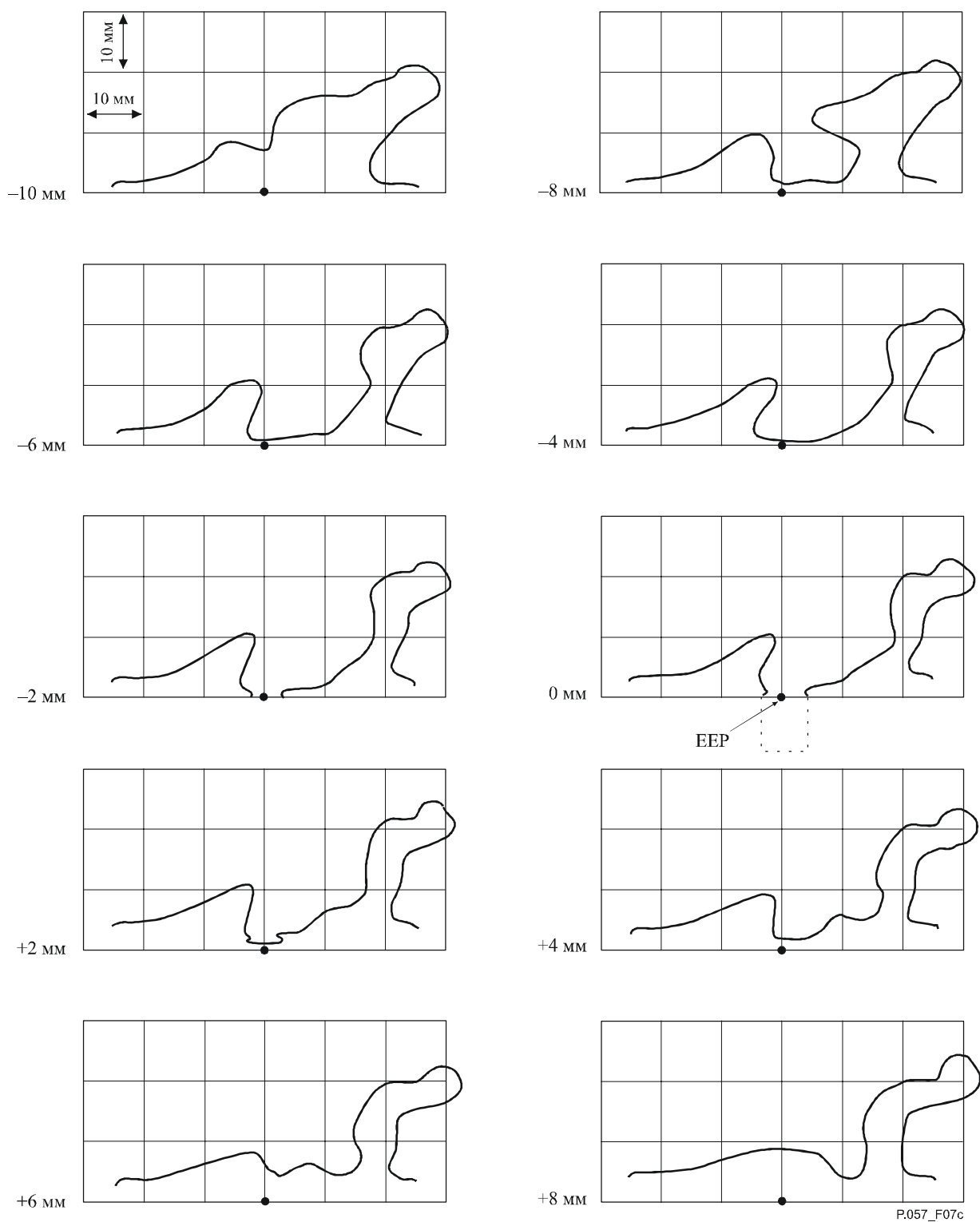


Рисунок 7b/P.57 – Поперечные срезы имитатора наружного уха



P.057_F07c

Рисунок 7с/Р.57 – Поперечные разрезы имитатора наружного уха

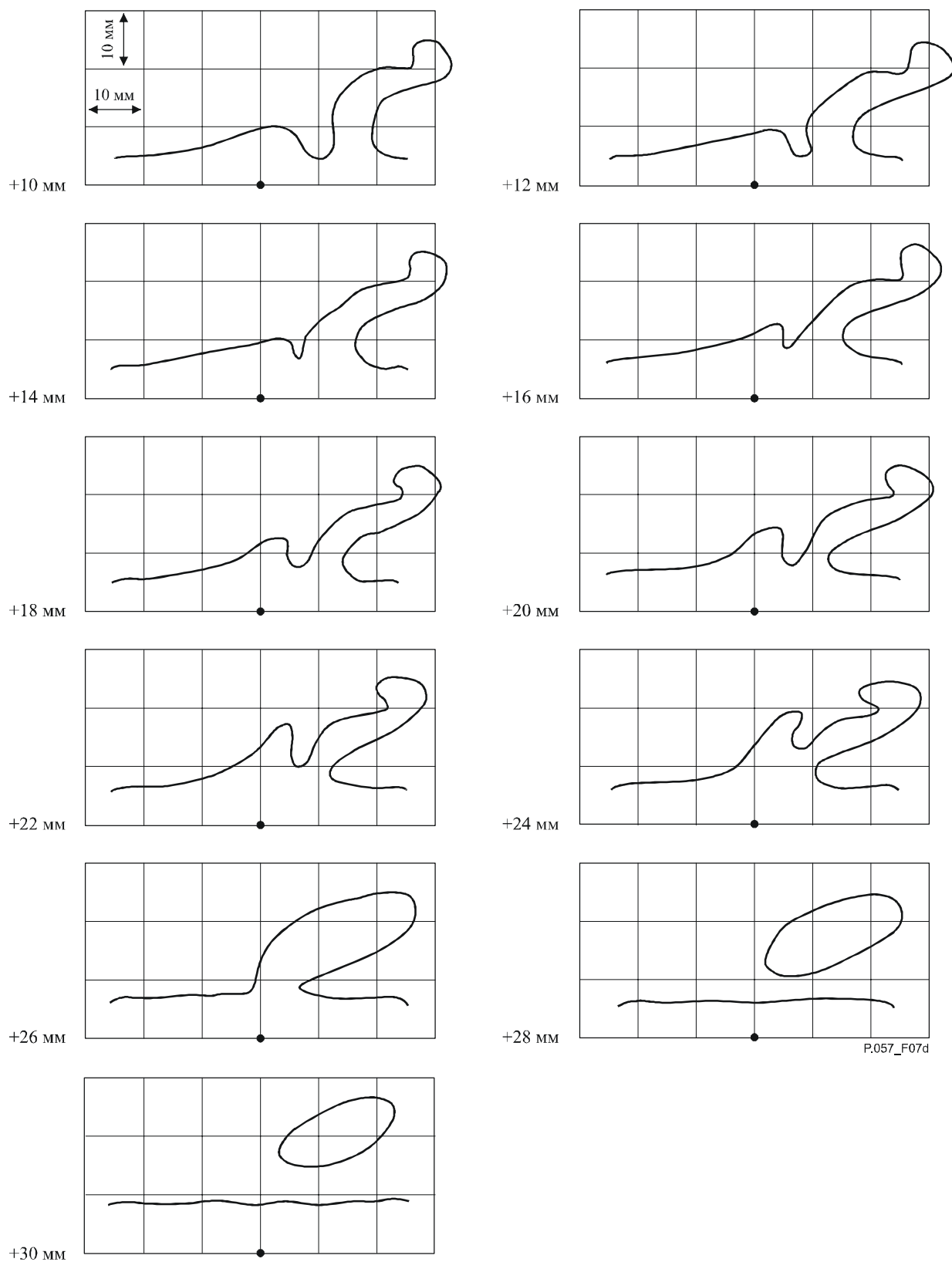


Рисунок 7d/P.57 – Поперечные разрезы имитатора наружного уха

5.3.4 Тип 3.4 – Имитатор наружного уха (упрощенный)

Имитация наружного уха в испытательном приборе "Искусственное ухо" типа 3.4 реализуется при помощи завершения эталонной плоскости барабанной перепонки испытательного прибора "Искусственное ухо" второго типа продолжением ушного канала и упрощенным наружным ухом (см. рисунок 8). Наружное ухо должно быть сделано из эластичного полимера, твердость которого в единицах по Шору (Shore-A) составляла бы 25 ± 2 при температуре $20^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$.

Испытательный прибор "Искусственное ухо" типа 3.4 рекомендуется использовать в качестве альтернативы типа 3.3 для измерений на устройствах всех типов, за исключением головных телефонов, размещаемых поверх уха, размещаемых на ушной раковине и размещаемых внутри ушной раковины с излучателем звука, направленным вперед (акустические выходные отверстия не направлены в ушной канал). Испытательный прибор "Искусственная ухо" типа 3.4 предназначен для воспроизведения типичной утечки для головных телефонов, встречающейся в реальной жизни для силы приложения от 1 Н до 13 Н.

Звуковое давление, измеренное при помощи испытательного прибора "Искусственное ухо" типа 3.4, относится к контрольной точке барабанной перепонки (DRP). Корректирующая функция, приведенная в таблицах 2а (измерения в полосе 1/3 октавы) и 2b (измерения в полосе 1/12 октавы и синусоидальные измерения), должна использоваться для перевода данных в данные для контрольной точки уха (ERP), когда это требуется для расчета показателя громкости или для проверки соответствия полученных результатов спецификациям, основанным на данных измерений, выполненных для ERP.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Для расчета показателя громкости приема в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т Р.79 коэффициент корректировки потерь в реальном ухе L_E должен быть установлен равным нулю.

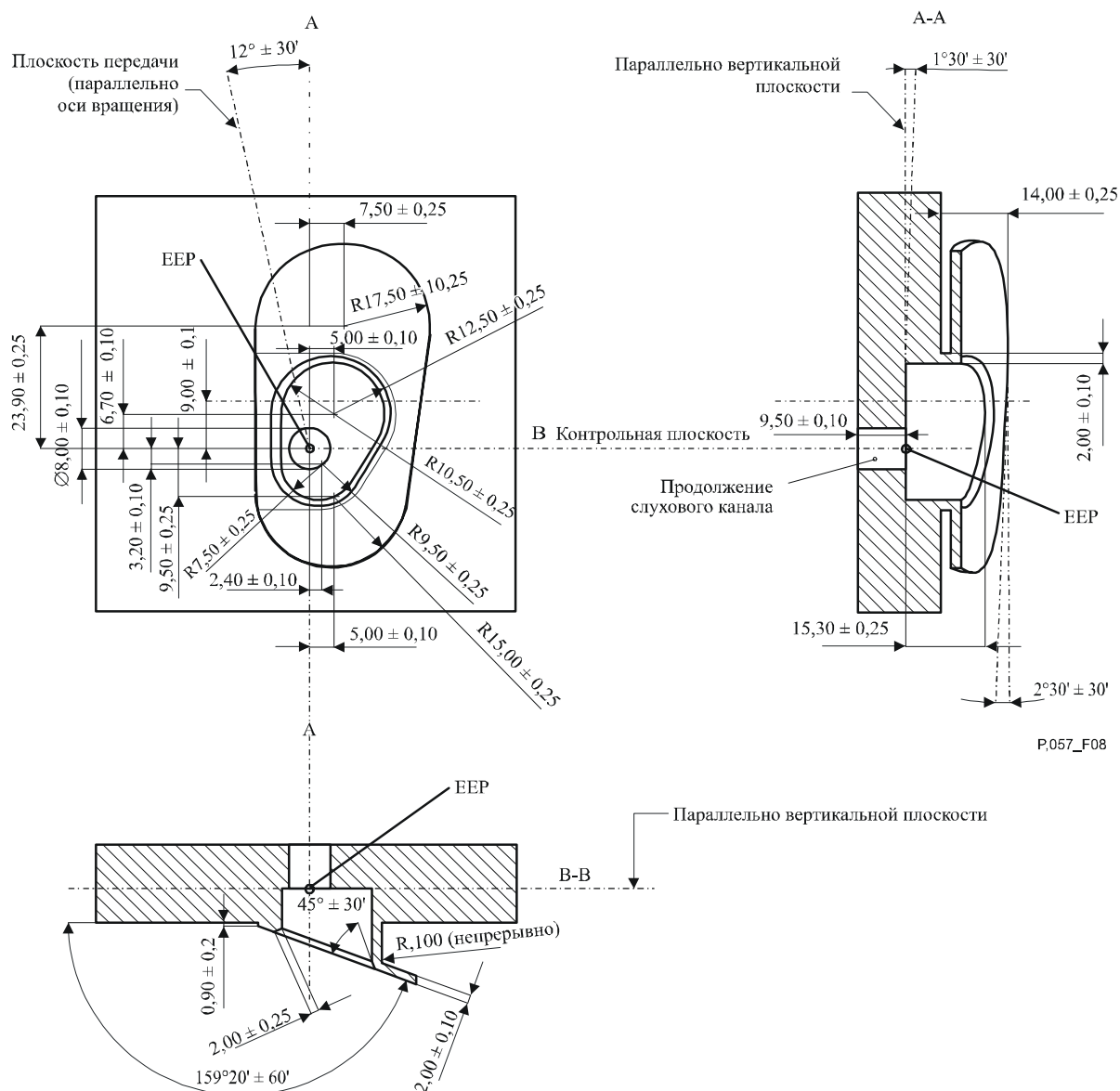


Рисунок 8/Р.57 – Испытательный прибор "Искусственное ухо" типа 3.4

5.4 Калибровка испытательного прибора "Искусственное ухо" типа 1 и типа 3.2

5.4.1 Измерение качественных показателей имитатора среднего уха МЭК 60711 (только тип 3.2)

Качественные показатели имитатора среднего уха МЭК 60711, который является составной частью испытательного прибора "Искусственное ухо" типа 3.2, чрезвычайно важны для качества целого испытательного прибора "Искусственное ухо".

ПРИМЕЧАНИЕ. – Измерение качественных показателей и калибровка имитатора среднего уха описываются в МЭК 60711.

5.4.2 Частотная характеристика чувствительности

Испытательный прибор "Искусственное ухо", который подлежит калибровке, устанавливается на большом плоском акустическом экране. Звуковое давление измеряется непосредственно перед ERP с применением испытательного микрофона, чей измерительный наконечник (диаметром менее 1,5 мм) размещается в контрольной плоскости уха, как показано на рисунке 9.

Затем определяется частотная характеристика чувствительности (в условиях открытого уха) как отношение между выходным сигналом испытательного прибора "Искусственное ухо" и соответствующим ему звуковым давлением в точке ERP, записанным испытательным микрофоном, который направлен на плоскость падающей волны, перпендикулярной экрану.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Частотная характеристика чувствительности очень мало зависит от расположения источника звука. На практике, следовательно, могут применяться более компактные установки для калибровки, как с коррекцией результатов, так и без нее, в зависимости от требуемой точности калибровки.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Частотная характеристика чувствительности в условиях закрытого уха может быть измерена с применением установки для калибровки акустического входного сопротивления, описанной в § 5.4.3. Она определяется отношением между выходным сигналом испытательного прибора "Искусственное ухо" и соответствующим ему звуковым давлением, записанным испытательным микрофоном в точке ERP.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Частотная характеристика чувствительности обычно должна быть определена в диапазоне нормальных атмосферных условий, приведенных в § 5.6, на частотах, перечисленных в таблице 2b. В отчете должны быть указаны реальные атмосферные условия. Когда условия эксплуатации испытательного прибора "Искусственное ухо" существенно отличаются от стандартных условий, калибровка частотной характеристики чувствительности должна, по возможности, выполняться в условиях эксплуатации.

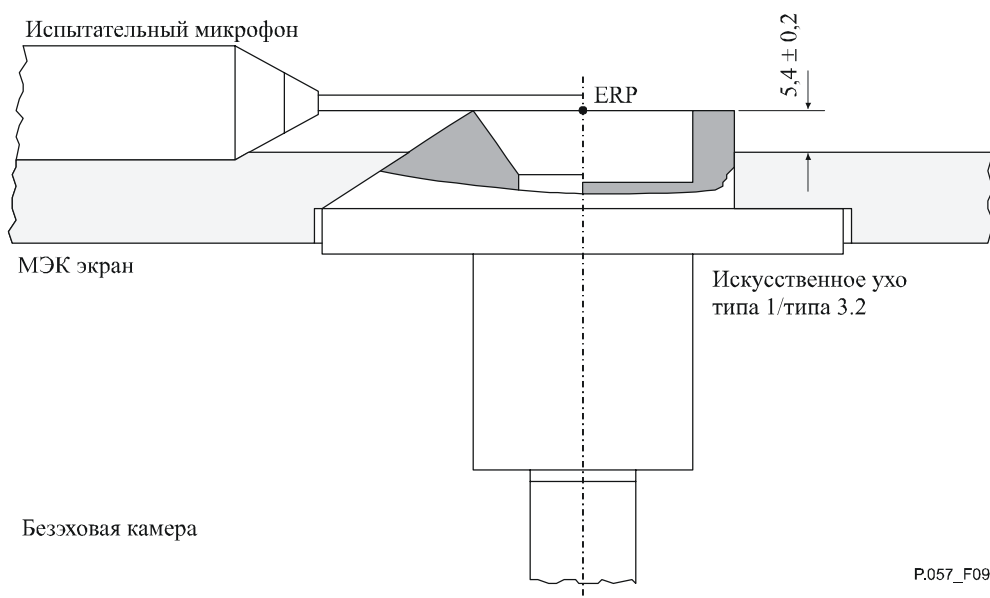


Рисунок 9/P.57 – Установка для измерения частотной характеристики чувствительности испытательного прибора "Искусственное ухо" первого типа и типа 3.2 (в условиях открытого уха)

5.4.3 Входное акустическое сопротивление

Микрофон размером 1/2 дюйма со стандартным рабочим давлением (МЭК WS2P) и с установленной на нем защитной сеткой размещается на плоской поверхности и концентрически прилегает и герметично крепится к испытательному прибору "Искусственное ухо", он используется как источник звука с постоянной скоростью изменения звука, подавая его в точку ERP испытательного прибора "Искусственное ухо". Соответствующее звуковое давление в точке ERP следует измерять с применением испытательного микрофона, чей измерительный наконечник (диаметром менее 1,5 мм) размещается в ERP. Расстояние между сеткой микрофона и точкой съема сигнала имитатора уха должно быть менее 1 мм. Практическая реализация устройства калибровки показана на рисунке 10.

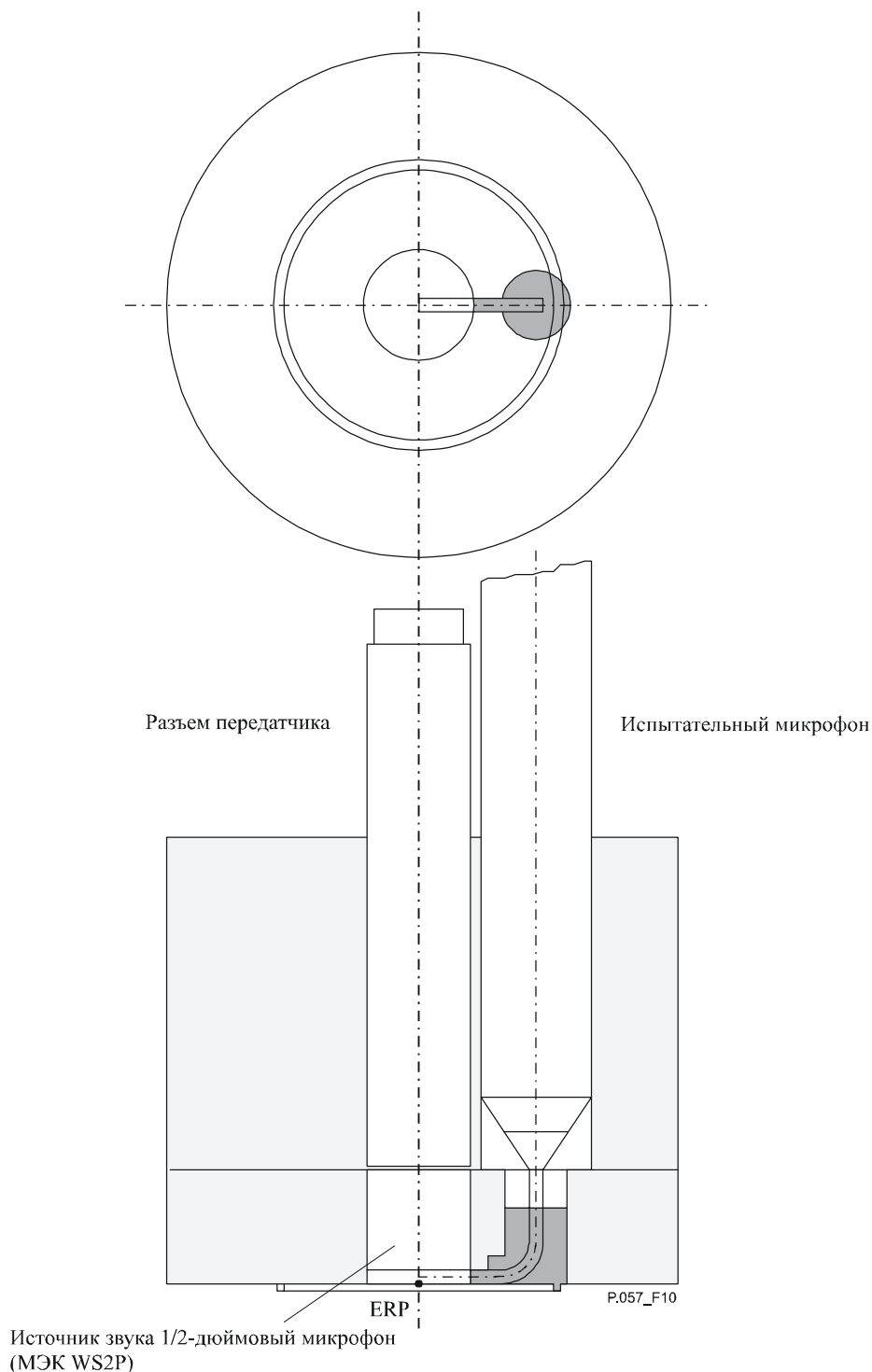


Рисунок 10/P.57 – Практическая реализация устройства калибровки (датчик сопротивления) для измерения входного акустического сопротивления испытательного прибора "Искусственное ухо" первого типа и типа 3.2

Входное акустическое сопротивление определяется теперь как отношение между звуковым давлением, записанным испытательным микрофоном и громкостью звука, создаваемой 1/2-дюймовым микрофоном.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Входное акустическое сопротивление должно быть определено в нормальных атмосферных условиях, показанных в § 5.6. В отчете должны быть указаны реальные атмосферные условия.

Приложение А содержит практическое описание процедуры, при помощи которой можно выполнить полную калибровку с использованием калиброванного эталонного микрофона и калиброванного звука.

5.5 Проверка рабочих характеристик испытательного прибора "Искусственное ухо" типа 2, типа 3.1, типа 3.3 и типа 3.4

В трех типах испытательного прибора "Искусственное ухо" нет четко определенных точек ERP, поскольку они либо не моделируют наружное ухо, либо представляют собой мягкое наружное ухо, которая может привести к изменению частотной характеристики чувствительности и входного акустического сопротивления в зависимости от силы приложения. Таким образом, реальная калибровка в отношении частотной характеристики чувствительности, а также входное акустическое сопротивление не имеют значения.

Следовательно, проверка рабочих характеристик этих типов испытательного прибора "Искусственное ухо" основывается исключительно на испытаниях качественных и калибровке имитатора закрытого уха, определенного в МЭК 60711 совместно с проверкой механических свойств имитатора наружного уха (только для типов 3.3 и 3.4).

5.6 Стандартные атмосферные условия

Рекомендуется, чтобы измерения с применением испытательного прибора "Искусственное ухо" выполнялись при следующих стандартных условиях:

Статическое давление: $101,3 \pm 3,0$ кПа

Температура: $23 \pm 3^\circ \text{C}$

Влажность: $60 \pm 20\%$

ПРИМЕЧАНИЕ. – Если требуется проводить измерения в других атмосферных условиях, необходимо указывать реальные атмосферные условия.

5.7 Общие требования

Металлические части испытательного прибора "Искусственное ухо" должны быть выполнены из немагнитного материала.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Микрофоны, соответствующие МЭК WS2P, используемые в испытательном приборе "Искусственное ухо", могут содержать магнитные материалы.

5.8 Перевод значений для DRP в значения для ERP

В то время как калибровка испытательного прибора "Искусственное ухо" типов 2, 3.3 и 3.4 выполняется путем приложения известного акустического давления к DRP, калибровка испытательного прибора "Искусственное ухо" типов 1 и 3.2 выполняется путем приложения известного акустического давления к ERP. В результате акустическое давление, измеренное при помощи типов 2, 3.3 и 3.4, должно быть переведено в давление на ERP при помощи стандартных функций корректировки, приведенных в таблицах 2a и 2b, тогда как давление, измеренное при помощи типов 1 и 3.2, относится непосредственно к ERP.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Отдельная калибровка типов 1 и 3.2 может быть выполнена либо производителем в единицах общей электроакустической чувствительности от ERP до электрического выхода измерительного микрофона, встроенного в испытательный прибор "Искусственное ухо", или в единицах коррекции уровня между акустическим давлением, измеренным встроенным микрофоном, и давлением на ERP. Последний подход является предпочтительным, так как он позволяет выполнить более простую проверку калибровки испытательного прибора "Искусственное ухо".

Приложение А

Практическая процедура по определению входного акустического сопротивления испытательного прибора "Искусственное ухо"

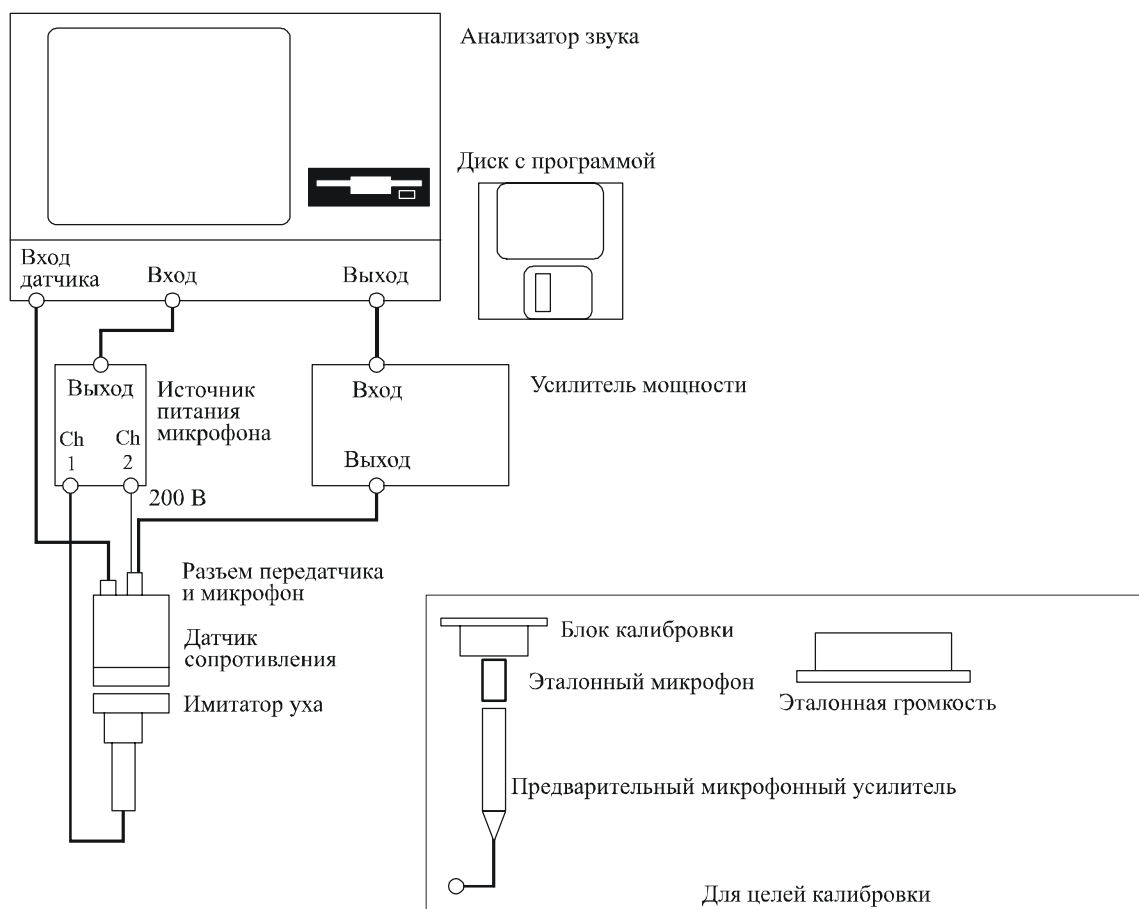
А.1 Введение

Процедура, описанная в данном Приложении, позволяет точно и последовательно выполнить калибровку входного акустического сопротивления испытательного прибора "Искусственное ухо" первого типа и типа 3.2, как требуется в § 5.4.3. Кроме того, калибровочная установка позволяет определить частотную характеристику чувствительности испытательного прибора "Искусственное ухо" в условиях закрытого уха.

Для выполнения данной процедуры требуется лабораторный 1/2-дюймовый микрофон стандартного давления (МЭК LS2P) с калиброванной частотной характеристикой чувствительности и калиброванной эталонной громкостью.

Установка, необходимая для выполнения измерений, показана на рисунке А.1. В ее основе – анализатор звуковой частотной характеристики и датчик сопротивления, состоящий из 1/2-дюймового микрофона со стандартным рабочим давлением (МЭК WS2P), используемого в качестве передатчика, и испытательного микрофона, используемого в качестве приемника (см. рисунок 10).

Эталонный микрофон и эталонная громкость используются для определения относительных частотных характеристик чувствительности микрофона – передатчика и испытательного микрофона в датчике сопротивления, прежде чем выполнять калибровку самого испытательного прибора "Искусственное ухо". Для этой цели в блок калибровки устанавливается эталонный микрофон, размещенный настолько близко к измерительному наконечнику, встроенному в датчик сопротивления.



P.057_FA.1

Рисунок А.1/Р.57 – Измерительная установка

А.2 Калибровка измерителя сопротивления

А.2.1 Частотная характеристика испытательного микрофона

Эталонный микрофон (рисунок А.1) встраивается в блок калибровки, и блок калибровки размещается в соответствующей испытательной стойке. Датчик сопротивления крепится к блоку калибровки, и эталонный микрофон теперь используется для калибровки испытательного микрофона. Она выполняется путем измерения частотной характеристики испытательного микрофона относительно частотной характеристики эталонного микрофона. Сигнал передается передающим микрофоном измерителя сопротивления. Затем определяется абсолютная частотная характеристика испытательного микрофона в [В/Па] следующим образом:

$$H_{\text{Prb.Abs}}(f) = \left[\frac{V_{\text{O,Prb}}(f)}{V_{\text{O,Ref}}(f)} \right] \cdot H_{\text{RefCal}}(f),$$

где:

$H_{\text{Prb.Abs}}(f)$ = Абсолютная частотная характеристика испытательного микрофона

$V_{\text{O,Prb}}(f)$ = Выходное напряжение испытательного микрофона в блоке калибровки

$V_{\text{O,Ref}}(f)$ = Выходное напряжение эталонного микрофона в блоке калибровки

$H_{\text{RefCal}}(f)$ = Абсолютная частотная характеристика калиброванного испытательного микрофона.

А.2.2 Относительная частотная характеристика передающего микрофона

За исключением постоянного коэффициента, капсуль передающего микрофона в датчике сопротивления имеет ту же частотную чувствительность, когда используется в качестве источника звука. Следовательно, тот же метод и та же установка, что использовались для калибровки испытательного микрофона, применяются для калибровки передающего микрофона измерителя сопротивления. Единственным отличием является то, что теперь сигнал передает эталонный микрофон, а калиброванный испытательный микрофон используется для калибровки передающего микрофона, который в этом случае используется в качестве приемника:

$$H_{\text{Tr.Abs.Mic}}(f) = \left[\frac{V_{\text{O,Tr}}(f)}{V_{\text{O,Prb}}(f)} \right] \cdot H_{\text{Prb.Abs}}(f),$$

где:

$H_{\text{Tr.Abs.Mic}}(f)$ = Абсолютная частотная характеристика передающего микрофона

$V_{\text{O,Prb}}(f)$ = Выходное напряжение испытательного микрофона в блоке калибровки

$V_{\text{O,Tr}}(f)$ = Выходное напряжение передающего микрофона в блоке калибровки

$H_{\text{Prb.Abs}}(f)$ = Абсолютная частотная характеристика испытательного микрофона (измеренная выше).

Тогда частотная характеристика передающего микрофона относительно чувствительности на эталонной частоте (f_0), когда он используется как источник звука, имеет вид:

$$H_{\text{Tr.Rel.Src}}(f) = \frac{H_{\text{Tr.Abs.Mic}}(f)}{H_{\text{Tr.Abs.Mic}}(f_0)} \cdot (f/f_0),$$

где сомножитель (f/f_0) отражает тот факт, что чувствительность передачи выражается в единицах скорости изменения громкости, а не громкости.

А.2.3 Абсолютная чувствительность передающего микрофона как источника звука

Остается определить дополнительный фактор, описывающий абсолютную чувствительность передающего микрофона, когда он используется как источник звука. Этот фактор находится при измерении уровня звукового давления, создаваемого передающим микрофоном при эталонной громкости. Источник звука стандартного уровня громкости размещается в испытательной стойке, и датчик сопротивления крепится к источнику звука стандартного уровня громкости. Номинальное

акустическое сопротивление в [Па с/м³] равно единице, поделенной на акустическую гибкость (C_a) источника звука стандартного уровня громкости:

$$Z_{a,Ref.Vol} = \frac{1}{j\omega_a} = \frac{\rho c^2}{j\omega V}.$$

Рекомендуется, чтобы стандартный уровень громкости имел значения, сравнимые с громкостью, воспринимаемой искусственным ухом. Для известного напряжения возбуждения $V_{i,Tr.Mic}$, звуковое давление $p_{Pr.Mic}$, измеряется на низкой частоте (f_0), где частотная характеристика передающего микрофона не зависит от частоты, и источник звука стандартного уровня громкости ведет себя как идеально согласующийся элемент. Абсолютный коэффициент чувствительности передающего микрофона в [м³/Vs] рассчитывается следующим образом:

$$S_{Tr.Src} = \frac{p_{Pr.Mic}(f_0)}{[Z_{a,Ref.Vol}(f_0) \cdot V_{i,Tr.Mic}(f_0)]}.$$

Таким образом, абсолютная чувствительность передающего микрофона, когда он используется как источник звука, имеет вид:

$$H_{Tr.Abs.Src}(f) = H_{Tr.Rel.Src}(f) \cdot S_{Tr.Src}.$$

А.3 Калибровка испытательного прибора "Искусственное ухо"

А.3.1 Определение акустического сопротивления

Во время измерений испытательного прибора "Искусственное ухо" размещается в подходящей испытательной стойке (не показанной на рисунке А.1). В соответствии с рисунком А.1 датчик сопротивления крепится к искусственному уху. Передающий микрофон создает звук громкостью $q(f)$, при этом испытательным микрофоном измерителя сопротивления измеряется звуковое давление $p_{ERP}(f)$ на точку ERP:

$$Z_{Ear,ERP}(f) = \frac{p_{ERP}(f)}{q(f)} = \frac{\left[\frac{V_{O,PrbMic}(f)}{H_{Prb.Abs}(f)} \right]}{\left[\frac{V_{i,Tr.Src}(f)}{H_{Tr.Abs.Src}(f)} \right]},$$

где:

$V_{i,Tr.Src}(f)$ = Входное напряжение передающего микрофона, используемого как источник звука

$V_{O,PrbMic}(f)$ = Выходное напряжение испытательного микрофона

А.3.2 Определение чувствительности звукового давления в условиях закрытого уха

Та же самая установка используется для входного акустического сопротивления, но выходное напряжение испытательного прибора "Искусственное ухо" относительно звукового давления на ERP измеряется следующим образом:

$$H_{Ear,Closed Cond.}(f) = \frac{V_{O,Ear}(f)}{\left[\frac{V_{O,PrbMic}(f)}{H_{Prb.Abs}(f)} \right]}.$$

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевого протокола и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи