

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

Н. А. ГАРБУЗОВ

**ЗОННАЯ ПРИРОДА
ЗВУКОВЫСОТНОГО
СЛУХА**



Издательство Академии Наук СССР
Москва · Ленинград
1948

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

СЕКТОР ПСИХОЛОГИИ ИНСТИТУТА ФИЛОСОФИИ

Н. А. ГАРБУЗОВ

**ЗОННАЯ ПРИРОДА
ЗВУКОВЫСОТНОГО
СЛУХА**



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА · ЛЕНИНГРАД
1948

Ответственный редактор
чл.-корр. АН СССР С. Л. Рубинштейн

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Настоящий труд Н. А. Гарбузова содержит в себе итог многочисленных исследований. В них собран с большой точностью и целеустремленностью обширнейший материал; все они устанавливают один фундаментальный факт — зонную природу звуковысотного слуха. Это основное положение Н. А. Гарбузова распространяется, как показывает настоящее исследование, на абсолютный слух и слух тональный, так же как на относительный (интервальный) и интонационный слух. Далее, унисон выступает как зона, звучащая в одновременности, а вибрато — как в последовательности звучащая зона. Автор ограничивается установлением этих фактов и воздерживается от каких-либо гипотез для их объяснения. В дальнейшем, несомненно, встанет и эта задача. Факт такой универсальности требует объяснения и притом объяснения, связанного с выявлением каких-то фундаментальных закономерностей звуковысотного слуха. В принципе это объяснение можно, повидимому, искать, во-первых, в плане психофизиологии, предполагая зависимость зонной природы звуковысотного слуха от физиологических закономерностей деятельности анализаторов. Здесь речь шла бы о соотношении процессов дифференциации и генерализации. Можно было бы, во-вторых, предположить, что мы имеем в зоне дело с закономерностями более высокого уровня, что зонный характер звуковысотного слуха или по крайней мере некоторых его проявлений представляет собой форму обобщенного восприятия наподобие фонематического слуха. Каждая фонема представляет собой, очевидно, тоже «зону» звуков, объединенных единством смыслового содержания. Естественно предположить возможность в музыкальном слухе образований, аналогичных тем, которые мы имеем в слухе речевом. Однако этот вопрос не может решаться в плане только общих рассуждений. Он требует дальнейших экспериментальных исследований, специально направленных на его разрешение.

Член-корреспондент АН СССР
С. Л. Рубинштейн

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Настоящий труд есть результат многолетних исследований природы звуковысотного слуха. Начатые еще в 1935 г., эти исследования сделались наиболее продуктивными с 1945 г., когда в нашем распоряжении оказалась весьма совершенная новейшая акустическая и электроакустическая измерительная аппаратура.

Большинство исследований, вошедших в настоящий труд, еще не опубликовано. Работы «Зонная природа интервального слуха» и «Зонная природа абсолютного слуха» (опубликованные в Физиологическом журнале СССР им. И. М. Сеченова, № 3—4, 1945 и № 3, 1946) в переработанном виде включены в настоящий труд, так как их результаты оказали большое влияние на наши дальнейшие работы по звуковысотному слуху и непосредственно с ними связаны.

Приношу глубокую благодарность всем испытуемым, давшим возможность провести большое число опытов, своим товарищам по работе, принимавшим участие в подготовке аппаратуры и в проведении опытов, и всем лицам, помогавшим мне в оформлении и редактировании настоящего труда.

Москва, июнь 1948 г.

Н. Гарбузов

ВСТУПЛЕНИЕ

Современная психология различает два вида звуковысотного слуха: абсолютный и относительный.

Абсолютным слухом называется способность узнавать и называть воспроизведенный звук (пассивный абсолютный слух) и воспроизводить голосом или на музыкальном инструменте с нефиксированной высотой звуков названный звук (активный абсолютный слух), не сравнивая его с другим воспроизведенным звуком, высота которого известна.

Относительным слухом называется способность узнавать и называть воспроизведенный интервал (пассивный относительный слух) и воспроизводить голосом или на музыкальном инструменте с нефиксированной высотой звуков названный интервал (активный относительный слух), определяя его звуковысотное положение в музыкальной шкале путем сравнения с другим воспроизведенным интервалом (или звуком), высотное положение которого известно.

Исследования относительного слуха касались как пассивного, так и активного относительного слуха. Описание опытов по пассивному относительному слуху составляет содержание главы II; по активному относительному слуху — глав III и IV. Первая из этих глав посвящена вопросу об интонировании изолированной примы, вторая — интонированию интервалов в мелодии.

Мы ограничились опытами по интонированию примы и отказались от опытов по интонированию других мелодических интервалов по следующим соображениям.

Выяснение точности, с которой квалифицированные музыканты могут интонировать приму, представляет практический интерес, так как качество хоровых и оркестровых унисонов в значительной степени зависит от точного интонирования примы. Выяснение точности, с которой интонируются другие изолированные интервалы, интереса не представляет, так как на практике только в редких случаях приходится иметь дело с изолированными интервалами.

Глава IV посвящена интонированию интервалов в мелодии. Интонирование интервалов в гармонических сочетаниях не было нами исследовано, так как измерительная аппаратура, при помощи которой возможно было провести это исследование, была неудовлетворительной.

Если исследовать звуковысотный слух при помощи какого-либо музыкального инструмента с фиксированной высотой звуков (например, фортепиано или фисгармонии), то приведенные выше определения абсолютного и относительного слуха можно признать вполне удовлетворительными. Если же исследовать звуковысотный слух при помощи измерительных приборов, то эти определения окажутся уже неудовлетворительными.

В 1936 г. исследование абсолютного слуха было выполнено нами [3], интервального слуха — Е. А. Мальцевой. Наши исследования показали, что ширина «зоны» абсолютного и интервального (относительного) слуха больше одной четверти тона.

В 1945 г. в нашем распоряжении оказалось несколько акустических и электроакустических аппаратов, давших возможность измерять высоту (частоту) звуков с большой точностью. Это побудило нас вновь заняться вопросом о зонах абсолютного и интервального слуха. Этими аппаратами были: дифференциальный гармоний, электрический генератор звуковой частоты, хроматический стробоскоп и удлинитель звука.

Сконструированный и настроенный нами дифференциальный гармоний имеет две клавиатуры. Нижняя клавиатура дает возможность воспроизводить звуки двенадцатизвукового равномерно темперированного строя от C (65.41 герца) до f^3 (1396.91 гц).

Верхняя (дифференциальная) клавиатура дает возможность воспроизводить 35 звуков в пределах от h (246.94 гц) до cis^1 (277.18 гц) включительно, т. е. в пределах темперированной большой секунды.

Эти 35 звуков образуют ряд, между соседними звуками которого разность частот равна приблизительно 1 гц, что соответствует разности высот приблизительно в 6 центов.* Мы выбрали разность высот между соседними звуками дифференциальной клавиатуры в 6 центов потому, что в начале 1-й октавы интервал в 6 центов близок к порогу различения высоты двух звуков, который для квалифицированного музыканта равен в среднем 5—6 центам. Клавиши дифференциальной клавиатуры были обозначены цифрами, показывающими величину интервала (в центах), образуемого звуком, соответ-

* Цент равен одной сотой темперированного полутона.

ствующим какой-либо клавише этой клавиатуры со звуком c^1 (261.64 гц), клавиша которого обозначена цифрой 0.

На дифференциальной клавиатуре клавиша 0 занимает среднее место. Клавиши, расположенные вправо от нее, обозначены (слева направо) цифрами 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, 72, 78, 84, 90 и 96 со знаком плюс. Клавиши, расположенные влево от нее, обозначены (справа налево) теми же цифрами со знаком минус.

Таким образом, если воспроизвести на дифференциальной клавиатуре два звука посредством клавиш 0 и +6, то звук, соответствующий клавише +6, будет выше звука, соответствующего клавише 0, на 6 центов. Если воспроизвести на той же клавиатуре два звука посредством клавиш 0 и -30, то звук, соответствующий клавише -30, будет ниже звука, соответствующего клавише 0, на 30 центов и т. д.

Из сказанного выше следует, что дифференциальная клавиатура гармониама допускает перестройку звука по различным порогам в пределах от $h(ces^1)$ до $cis^1 (des^1)$. Поэтому, пользуясь обеими клавиатурами дифференциального гармониама, можно исследовать восприятие величины различных интервалов среднего регистра, у которых $h(ces^1)$ и $cis^1 (des^1)$ служат или вершиной или основанием. При помощи дифференциального гармониама можно исследовать только интервалы среднего регистра. Это исследование наиболее важное, так как музыкальное искусство пользуется интервалами среднего регистра значительно чаще, чем интервалами низкого и высокого.

Электрический генератор звуковой частоты представляет собой аппарат, дающий возможность воспроизводить звуки в пределах от 16 до 20 000 гц путем совершенно плавной перестройки звуков. Генератор звуковой частоты использовался при исследовании абсолютного слуха, а также при исследовании восприятия интервалов низкого и высокого регистров.

Так как точность показаний нашего генератора равнялась приблизительно 1%, что соответствует в 1-й октаве 4 гц (24 центам), то он не мог служить точным измерительным прибором. Поэтому при воспроизведении заданного звука на генераторе высота этого звука определялась при помощи хроматического стробоскопа.

Хроматический стробоскоп представляет собой измерительный прибор, дающий возможность оптическим путем определять высоту (частоту) звука в пределах от 40 до 4000 гц с точностью до 1 цента, т. е. до $1/20\%$. Поскольку порог различения двух звуков по высоте у лиц с хорошим звуковысотным слухом, как указано выше, равен в 1-й октаве 5—6 центам, точность показаний хроматического стробоскопа можно считать более чем достаточной.

Хроматический стробоскоп применялся не только при определении высоты звуков, воспроизводимых на генераторе, но и для настройки обеих клавиатур дифференциального гармониаума.

Удлинитель звука, разработанный С. Г. Корсунским и построенный в акустической лаборатории Московской консерватории, состоит из насаженных на одну ось четырех эбонитовых дисков, на которые намотана стальная проволока, образующая на диске нечто вроде кольца. На эти диски при вращении оси посредством синхронного мотора электромагнитным путем переписываются последовательно звуки мелодии, записанной на граммпластинке.

Так как звуки, записанные на дисках удлинителя звуков, могут воспроизводиться неопределенное число раз, то высота этих звуков (даже коротких, высоту которых без удлинителя не удастся установить) может быть определена при помощи хроматического стробоскопа очень точно (с точностью ± 5 центов).

Испытуемыми были только квалифицированные музыканты.

ЗОННАЯ ПРИРОДА АБСОЛЮТНОГО СЛУХА

Исследования звуковысотного слуха были начаты нами с абсолютного слуха, так как эта способность уже давно привлекала внимание, но она не была освещена с достаточной полнотой.

Вопрос о «точности» абсолютного слуха был поставлен еще Абрагамом [1]. Абрагам пользовался тонометром Аппуна. Этот аппарат имел 120 язычков и охватывал октаву от 400 до 800 гц (колебаний в секунду), т. е. приблизительно от as^1 до as^2 . На этом тонометре в диапазоне от 400 до 480 гц разница в частоте между звуками, воспроизведенными соседними язычками, равнялась 2 гц, в диапазоне от 480 до 600 гц — 3 гц, в диапазоне от 600 до 800 гц — 5 гц.

При исследовании точности абсолютного слуха Абрагам применял два метода: метод выбора и метод правильных и неправильных суждений. Первый метод состоял в следующем. Принимавший участие в опытах Абрагама доктор Мейер воспроизводил на тонометре звуки, близкие по частоте к a^1 (440 гц) до тех пор, пока Абрагам не говорил, что воспроизведенный звук является правильным a^1 .

По второму методу доктор Мейер воспроизводил на тонометре звуки различной высоты в диапазоне 430—460 гц. Абрагам должен был определить, является ли воспроизведенный звук правильным a^1 или он выше, или ниже его.

Опыты по методу выбора показали, что в отношении звука a^1 точность абсолютного слуха равна 26 гц (104 центам); опыты же по методу правильных и неправильных суждений показали точность абсолютного слуха 18 гц (72 центам).

Пользуясь последним методом, Абрагам повторил свои опыты, имея в качестве испытуемого проф. Райфа. Опыты показали, что в отношении звука a^1 точность абсолютного слуха равна 30 гц (120 центам).

Измерительная аппаратура, использованная Абрагамом в 1901 г. и нами в 1936 г., была несовершенна. Число испытуемых в опытах Абрагама и наших было невелико. Поэтому в 1945 г.,

пользуясь указанной выше современной аппаратурой и располагая испытуемыми в количестве 10 человек, мы вновь исследовали природу абсолютного слуха.

Каждому испытуемому предлагалось воспроизвести на генераторе звуковой частоты последовательно девять звуков: a^1 , b , d , gis^1 , Fis , f^2 , g^3 , C и es^4 . Звуки отделялись друг от друга паузами, нужными для определения высоты звука при помощи хроматического стробоскопа. В течение каждого сеанса, продолжавшегося 10—15 мин., испытуемый должен был воспроизвести все девять звуков. Сеансы, за редкими исключениями, происходили не чаще одного раза в неделю.

Уже первые сеансы показали, что семь испытуемых дают иногда показания, отличающиеся от объективной нормы задаваемых звуков на малую терцию и более. Поэтому в дальнейших опытах в качестве испытуемых участвовали только три высококвалифицированных музыканта (№ 1, 2 и 3). С испытуемыми № 1 и 2 было проведено шесть сеансов с каждым, с испытуемым № 3 — десять сеансов.

Результаты опытов приведены в табл. 1—3.* Эти таблицы показывают, что точность абсолютного слуха для звука a^1 равна: у испытуемого № 1 — 48 центам (от $a^1 - 2$ до $a^1 + 46$), у № 2 — 42 центам (от $+21$ до $+63$), у № 3 — 132 центам (от -96 до $+36$).

При сравнении этих результатов с результатами Абрагама нетрудно убедиться, что они весьма близки. Так, у испытуемых № 1 и 2 точность абсолютного слуха близка к точности у Абрагама (72 цента, метод правильных и неправильных суждений); у № 3 точность абсолютного слуха близка к точности у Райфа (120 центов, метод правильных и неправильных суждений).

В своих опытах мы не ограничивались исследованием точности абсолютного слуха только для звука a^1 . Опыты показали, что у испытуемого № 1 точность абсолютного слуха для звука b равна 72 центам, для Fis — 100 центам, для f^2 — 116 центам, для g^3 — 120 центам; у № 2 точность абсолютного слуха для звука b равна 76 центам, для Fis — 70 центам, для f^2 — 84 центам, для g^3 — 90 центам; у № 3 точность абсолютного слуха для звука b равна 112 центам, для Fis — 232 центам, для f^2 — 178 центам, для g^3 — 232 центам.

Итак, исследование показывает, что лица, обладающие абсолютным слухом, не могут узнавать частоту воспроизво-

* В табл. 1—3 буквам a^1 , b , d , gis^1 и т. д. соответствуют звуки, высота которых равна высоте этих звуков в двенадцатизвуковом равномерно-темперированном строе при $a^1=440$ гц. Цифры со знаками минус или плюс, поставленные справа от букв, показывают, на сколько центов соответствующий звук воспроизведен ниже (—) или выше (+) темперированного.

Испытательный № 1

Наименование звука	Показания испытываемого	Дата опыта	Наименование звука	Показания испытываемого	Дата опыта	Наименование звука	Показания испытываемого	Дата опыта
a ¹	a ¹ - 2	15/I 1944	gis ¹	gis ¹ - 30	29/XII 1943	g ³	g ³ - 79	21/VI 1944
	a ¹ ± 0	21/VI		gis ¹ - 20	15/I 1944		g ³ - 75	29/XII 1943
	a ¹ + 9	28		gis ¹ - 15	9/VIII		g ³ - 36	9/VIII 1944
	a ¹ + 10	29/XII 1943		gis ¹ - 11	3/VII		g ³ - 10	15/I
	a ¹ + 26	9/VIII 1944		gis ¹ + 22	21/VI		g ³ + 10	28/VI
	a ¹ + 46	3/VII		gis ¹ + 22	28		g ³ + 41	3/VII
	b	b - 27		28/VI	Fis		Fis - 50	3/VII
b - 15		15/I	Fis - 31	9/VIII		C - 30	21/VI	
b + 4		29/XII 1943	Fis - 20	15/I		C - 28	29/XII 1943	
b + 16		9/VIII 1944	Fis - 15	28/VI		C - 17	3/VII 1944	
b + 28		3/VII	Fis + 30	29/XII 1943		C - 6	9/VIII	
b + 45		21/VI	Fis + 50	21/VI 1944		C + 33	28/VI	
d		d - 90	29/XII 1943	f ²		f ² - 83	3/VII	es ⁴
	d - 40	15/I 1944	f ² - 55		29/XII 1943	es ⁴ - 45	29/XII 1943	
	d - 16	28/VI	f ² - 10		21/VI 1944	es ⁴ - 33	3/VII 1944	
	d - 15	21	f ² ± 0		15/I	es ⁴ - 20	21/VI	
	d ± 0	9/VIII	f ² + 16		9/VIII	es ⁴ + 5	28	
	d + 7	3/VII	f ² + 33		28/VI	es ⁴ + 40	15/I	

Испытуемый № 2

Наименование звука	Показания испытуемого	Дата опыта	Наименование звука	Показания испытуемого	Дата опыта	Наименование звука	Показания испытуемого	Дата опыта	Наименование звука	Показания испытуемого	Дата опыта
a ¹	a ¹ + 21	4/VII 1944	gis ¹	gis ¹ + 15	23/XI 1945	g ³	g ³ - 20	13/XI 1943	C	C - 30	13/XI 1943
	a ¹ + 35	13/XI 1943		gis ¹ + 20	13/XI 1943		g ³ + 10	C - 30		27/XI	
	a ¹ + 40	14/XI 1945		gis ¹ + 27	27/XI		g ³ + 20	C - 15		4/VII 1944	
	a ¹ + 55	23/XI		gis ¹ + 50	26/III 1945		g ³ + 47	C - 13		14/XI 1945	
	»	27/XI 1943		gis ¹ + 50	4/VII 1944		g ³ + 60	C ± 0		23/XI	
a ¹ + 63	26/III 1945	gis ¹ + 55	14/XI 1945	g ³ + 70	C + 25	26/III					
b	b - 45	13/XI 1943	Fis	Fis - 30	27/XI 1943	C	C - 30	13/XI 1943	C	C - 30	27
	b - 30	23/XI 1945		Fis - 10	14/XI 1945		C - 15	C - 15		4/VII 1944	
	b - 20	27/XI 1943		Fis - 4	4/VII 1944		C - 13	C - 13		14/XI 1945	
	b - 10	4/VII 1944		Fis ± 0	26/III 1945		C ± 0	C ± 0		23/XI	
	b - 6	26/III 1945		Fis + 10	23/XI		C + 25	C + 25		26/III	
b + 31	14/XI	Fis + 40	13/XI 1943								
d	d - 20	13/XI 1943	f ²	f ² - 45	14/XI 1945	es ⁴	es ⁴ - 22	4/VII 1944	es ⁴	es ⁴ - 22	4/VII 1944
	d - 8	27/XI		f ² + 20	13/XI 1943		es ⁴ - 15	es ⁴ - 15		23/XI 1945	
	d - 5	23/XI 1945		f ² + 25	27/XI		es ⁴ - 10	es ⁴ - 10		13/XI 1943	
	»	4/VII 1944		f ² + 30	4/VII 1944		es ⁴ - 5	es ⁴ - 5		27	
	d + 5	26/III 1945		f ² + 30	26/III 1945		es ⁴ ± 0	es ⁴ ± 0		26/III 1945	
d + 15	14/XI	f ² + 39	23/XI				14/XI				

Испытуемый № 3

Наименование звука	Показания испытуемого	Дата опыта	Наименование звука	Показания испытуемого	Дата опыта	Наименование звука	Показания испытуемого	
a ¹	a ¹ — 96	6/VII 1944	gis ¹	gis ¹ — 180	21/XII 1943	g ³	g ³ — 13	
	a ¹ — 78	8/VII 1944		gis ¹ — 90	23/V 1944		g ³ + 10	
	a ¹ — 70	20/XII		gis ¹ — 63	13/XII		g ³ + 16	
	a ¹ — 30	21/XI 1943		gis ¹ — 31	6/VII		g ³ + 30	
	a ¹ — 10	13/XII 1944		gis ¹ — 6	20/XII		g ³ + 32	
	a ¹ + 11	21/XII 1943		gis ¹ — 5	9/V		g ³ + 45	
	a ¹ + 14	9/V 1944		gis ¹ + 10	8/VII		g ³ + 55	
	a ¹ + 16	3/VIII		gis ¹ + 13	21/XI 1943		g ³ + 69	
	a ¹ + 27	23/V		gis ¹ + 15	3/VIII 1944		g ³ + 70	
	a ¹ + 36	27/XII		gis ¹ + 55	27/XII		g ³ + 75	
	b	b — 89	21/XI 1943	Fis	Fis — 125	13/XII 1944	C	C — 70
		b — 73	23/V 1944		Fis — 116	21/XII 1943		C — 45
b — 45		8/VII		Fis — 100	20/XII 1944		C — 37	
»		27/XII		Fis — 50	3/VIII		C — 30	
b — 40		3/VIII		Fis — 2	9/V		C — 2	
								21/XI 1943

Продолжение таблицы 3

Наименование звука	Показания испытываемого	Дата опыта	Наименование звука	Показания испытываемого	Дата опыта	Наименование звука	Показания испытываемого	Дата опыта
b	b—35	9/V 1944	Fis	Fis + 16	6/VII 1944	C	C + 5	3/VIII 1944
	b ± 0	23		Fis + 25	21/XI 1943		C + 16	8/VII
	b + 9	21/XII 1943		Fis + 35	8/VII 1944		C + 30	23/V
	b + 16	27/XII 1944		Fis + 70	27/XII		C + 49	21/XII 1943
	b + 23	6/VII		Fis + 107	23/V		C + 61	27/XII 1944
d	d—100	20/XII	f ²	f ² — 94	27/XII	es ⁴	es ⁴ — 135	3/VIII
	d — 85	13		f ² — 36	6/VII		es ⁴ — 103	21/XII 1943
	d — 60	27		f ² — 35	23/V		es ⁴ — 10	24/XI
	d — 60	6/VII		f ² — 25	20/XII		es ⁴ + 20	9/V 1944
	d — 41	8		f ² — 20	21/XII 1943		es ⁴ + 26	6/VII
	d — 35	9/V		f ² + 20	21/XI		es ⁴ + 32	23/V
	d — 8	3/VIII		f ² + 32	9/V 1944		es ⁴ + 69	20/XII
	d — 5	21/XII 1943		f ² + 60	3/VIII		es ⁴ + 84	8/VII
	d ± 0	21/XI		f ² + 75	13/XII		es ⁴ + 94	27/XII
	d + 50	23/V 1944		f ² + 84	8/VII		es ⁴ + 97	13/XII

димого звука и воспроизводить звуки заданной частоты. Термин «абсолютный слух» не соответствует действительности. Способность, известную в науке под названием «абсолютного слуха», правильнее называть «зонным слухом». Ширина зоны абсолютного слуха есть величина переменная, зависящая от регистра, в котором воспроизведен звук, тембра и громкости воспроизводимого звука, индивидуальности испытуемого, его психического состояния.

Опыты Абрагама показали, что зону абсолютного слуха путем упражнений можно сузить, но лишь до известного предела. Таким пределом (в среднем), по нашему мнению, является зона в 50 центов. Так как у лиц, обладающих абсолютным слухом, эталоном высоты служат *представления* звуков, то можно утверждать, что нашим высотным представлениям звуков соответствуют не частоты, а полосы частот (зоны).

Глава II

ЗОННАЯ ПРИРОДА ОТНОСИТЕЛЬНОГО (ИНТЕРВАЛЬНОГО) СЛУХА

Современная музыкальная наука называет интервалом сочетание двух звуков (гармонический интервал) и последовательность двух звуков (мелодический интервал), находящихся в определенном высотном соотношении. Это соотношение выражается интервальными коэффициентами: дробями, показывающими, во сколько раз число колебаний верхнего звука интервала больше числа колебаний его нижнего звука; буквами, слогами и нотными знаками, показывающими место звуков интервала в современной звуковысотной музыкальной шкале.

Таким образом, каждый интервал имеет некоторую величину. Эта величина в музыкальном искусстве обычно выражается числом темперированных полутонов,* в музыкальной науке — центами.

Не принимая во внимание того, что существуют интервалы, близкие по величине, но различные по названию (энгармонически равные интервалы), можно сказать, что современное профессиональное музыкальное искусство пользуется в пределах октавы двенадцатью различными по величине интервалами, а именно:

- 1) прима (0 полутонов, 0 центов),
- 2) малая секунда (1 полутоном, или 100 центов),
- 3) большая секунда (2 полутона, или 200 центов),
- 4) малая терция (3 полутона, или 300 центов),
- 5) большая терция (4 полутона, или 400 центов),
- 6) кварта (5 полутонов, или 500 центов),
- 7) тритон (6 полутонов, или 600 центов),
- 8) квинта (7 полутонов, или 700 центов),
- 9) малая секста (8 полутонов, или 800 центов),
- 10) большая секста (9 полутонов, или 900 центов),

* Темперированный полутоном — интервал, полученный путем деления октавы на 12 равных частей.

- 11) малая септима (10 полутонов, или 1000 центов),
- 12) большая септима (11 полутонов, или 1100 центов).*

Вопрос о восприятии интервалов был затронут многими. Наиболее полно исследовали его Морен и Претт и Е. А. Мальцева. Однако названные лица исследовали лишь интервалы, применяемые в современном профессиональном музыкальном искусстве. Опыты по восприятию «промежуточных» интервалов, т. е. интервалов, занимающих по величине промежуточные места между названными выше «основными» интервалами, ими не производились. Между тем восприятие «промежуточных» интервалов представляет не только теоретический, но и практический интерес.

Наши опыты в этой области имели целью не только проверить при помощи современной аппаратуры результаты Морена и Претта и Мальцевой, но и разрешить вопрос о восприятии «промежуточных» интервалов.

Были использованы три аппарата: дифференциальный гармоний, электрический генератор звуковой частоты и хроматический стробоскоп.

Испытуемыми были семь высококвалифицированных музыкантов.

В процессе выработки методики и проведения предварительных опытов нами было установлено следующее:

1. Интервалы необходимо исследовать и в условиях плавной (пороговой) перестройки и при воспроизведении их вразбивку.

2. Плавную (пороговую) перестройку интервалов необходимо производить как от меньшего интервала к большему, так и в обратном направлении.

3. Мелодические интервалы следует воспроизводить в восходящем и в нисходящем движении.

4. Ввиду того, что опыт требует напряженного внимания и быстро утомляет, длительность его не должна превышать нескольких минут.

5. Каждый опыт следует проводить несколько раз: опыты с одним и тем же интервалом должны отделяться промежутком времени в несколько дней.

Предварительные опыты определяли и те вопросы, которые необходимо задавать испытуемым. Вопросы в отношении унисона** и гармонической м. секунды, а также прима*** и мелодической м. секунды были следующими:

1. Путем порогового повышения и понижения звука с¹

* Октаву мы рассматриваем как интервал, производный от прима. Величина ее равна 12 полутонам, или 1200 центам.

** Унисон — гармонический интервал.

*** Прима — мелодический интервал.

унисон $c^1 - c^1$ перестраивается в темперированные гармонические м. секунды $c^1 - des^1$ и $h - c^1$. Указать интервал, с которого испытуемый перестает воспринимать унисон.

2. Путем порогового понижения верхнего звука темперированной м. секунды $c^1 - des^1$ и порогового повышения нижнего звука темперированной м. секунды $h - c^1$ эти м. секунды перестраиваются в унисон $c^1 - c^1$. Указать интервал, с которого испытуемый перестает воспринимать м. секунду.

3. Путем порогового повышения и понижения конечного звука прима $c^1 - c^1$ эта прима перестраивается в темперированные мелодические секунды $c^1 - des^1$ и $h - c^1$. Указать интервал, с которого испытуемый перестает воспринимать приму.

4. Путем порогового понижения верхнего звука темперированной мелодической малой секунды $c^1 - des^1$ и порогового повышения нижнего звука темперированной м. секунды $h - c^1$ эти м. секунды перестраиваются в приму $c^1 - c^1$. Указать интервал, с которого испытуемый перестает воспринимать м. секунду.

В табл. 4 и 5 приведены средние результаты нескольких сотен опытов по исследованию основных интервалов.

Таблица 4

Гармонические интервалы

Наименование основных интервалов	Величина темперированных интервалов в центах	Границы зон интервалов в (приблизительно) в центах	Ширина интервалов в центах
Унисон	0	-30 +30	60
М. секунда	100	66 130	64
Б. секунда	200	166 230	64
М. терция	300	266 330	64
Б. терция	400	372 430	58
Кварта	500	466 524	58
Тритон	600	566 630	64
Квинта	700	672 730	58
М. секста	800	766 830	64
Б. секста	900	866 924	58
М. септима	1000	966 1024	58
Б. септима	1100	1066 1136	70

Табл. 4 и 5 показывают, что у «основных» гармонических интервалов (кроме б. септимы) ширина зоны колеблется в пределах 58—64 центов. Ширина зоны б. септимы равна 70 центам.

Мелодические интервалы

Наименование основных интервалов	Величина темперированных интервалов в центах	Границы зон интервалов (приблизительно) в центах	Ширина интервальных зон в центах
Прима	0	-12 +12	24
М. секунда	100	48 124	76
Б. секунда	200	160 230	70
М. терция	300	272 330	58
Б. терция	400	372 430	58
Кварта	500	472 530	58
Тритон	600	566 630	64
Квинта	700	672 730	58
М. секста	800	766 830	64
Б. секста	900	866 930	64
М. септима	1000	966 1024	58
Б. септима	1100	1066 1136	70

Таблица 6

Гармонические интервалы

Наименование промежуточных интервалов	Границы зон (приблизительно) в центах	Ширина зон в центах
Унисон—м. секунда	36 60	24
М. секунда—б. секунда . . .	136 160	24
Б. секунда—м. терция	236 260	24
М. терция—б. терция	336 366	30
Б. терция—кварта	436 460	24
Кварта—третон	530 560	30
Тритон—квинта	636 666	30
Квинта—м. секста	736 760	24
М. секста—б. секста	836 860	24
Б. секста—м. септима	930 960	30
М. септима—б. септима . . .	1030 1060	30
Б. септима—октава	1142 1166	24

У «основных» мелодических интервалов (кроме примы и м. секунды) ширина зоны колеблется от 58 до 70 центов. Ширина зоны примы равна 24 центам. Ширина зоны мелодической м. секунды равна 76 центам.

В табл. 6 и 7 приведены средние результаты нескольких сотен опытов по исследованию «промежуточных» интервалов.

Таблица 7

Мелодические интервалы

Наименование промежуточных интервалов	Границы зон (приблизительны) в центах	Ширина зон в центах
Прима—м. секунда	18 42	24
М. секунда—б. секунда	130 154	24
Б. секунда—м. терция	236 256	30
М. терция—б. терция	333 365	30
Б. терция—кварта	436 465	30
Кварта—тритон	536 560	24
Тритон—квинта	636 666	30
Квинта—м. секста	736 761	24
М. секста—б. секста	836 860	24
Б. секста—м. септима	936 9 0	24
М. септима—б. септима	1030 1060	24
Б. септима—октава	1142 1166	24

Из табл. 6 и 7 видно, что ширина интервальных зон как у гармонических, так и у мелодических промежуточных интервалов колеблется в пределах от 24 до 30 центов, т. е. значительно меньше ширины зон у основных интервалов.

Для выяснения вопроса о восприятии промежуточных интервалов испытуемым задавались такие вопросы (сформулированные по отношению к интервалам: между унисоном и гармонической м. секундой, между прямой и мелодической м. секундой):

1. Воспроизводятся последовательно и в разбивку промежуточные интервалы между унисоном $c^1 - c^1$ и гармонической м. секундой $c^1 - des^1$. Охарактеризовать индивидуальность воспроизводимых промежуточных интервалов.

2. Воспроизводятся последовательно и в разбивку промежуточные интервалы между прямой $c^1 - c^1$ и темперированной мелодической м. секундой $c^1 - des^1$. Охарактеризовать индивидуальность воспроизводимых промежуточных интервалов.

Ответы испытуемых можно сформулировать так:

1. Индивидуальность промежуточных интервалов неопределинна. Она представляет собою смешение индивидуально-слей двух соседних основных интервалов.

2. Промежуточные интервалы воспринимаются различно в зависимости от того, какой соседний основной интервал

им предшествует. Например, промежуточная терция воспринимается как фальшивая большая, если она воспроизведена после темперированной малой, и как фальшивая малая, если она воспроизведена после темперированной большой.

Описанные выше опыты по восприятию основных и промежуточных интервалов показали, что основные интервалы обладают *определенной* (постоянной) индивидуальностью, промежуточные — *неопределенной* (переменной). Опыты показали также, что зоны, в пределах которых основные интервалы имеют одну и ту же индивидуальность, значительно шире зон, в пределах которых имеют одну и ту же индивидуальность интервалы промежуточные. Попытаемся выяснить причины этого.

Изобразим посредством букв спектры звуков c и c^1 до c^3 включительно:

c	c^1	g^1	c^2	e^2	g^2	b^2	c^3
	c^1		c^2		g^2		c^3

Исследуя сложный спектр, образующийся при одновременном воспроизведении обоих звуков, иначе говоря, при воспроизведении гармонической октавы $c-c^1$, легко убедиться, что если интервальный коэффициент октавы $c-c^1$ равен $2/1$, то частичные тоны c^1 , c^2 , g^2 и c^3 являются физическими унисонами; если же не равен, но близок к $2/1$, то — физиологическими.*

Из табл. 4 видно, что при сужении или расширении октавы приблизительно на 35 центов мы перестаем воспринимать интервал как октаву и что одновременно с изменением индивидуальности интервала происходит разрыв унисонов c , c^2 , g^2 и c^3 .

Изобразим посредством букв спектры звуков c и g до c^3 включительно:

c	c^1	g^1	c^2	e^2	g^2	b^2	c^3
	g	g^1	d^2		g^2		h^2

Исследуя сложный спектр, образующийся при одновременном воспроизведении обоих звуков, легко убедиться, что если интервальный коэффициент квинты $c-g$ равен $3/2$, то частичные тоны g^1 и g^2 являются физическими унисонами; если не равен, но близок к $3/2$, то — физиологическими.

* Физическим унисоном мы называем созвучие, возникающее путем слияния звуков одинаковой частоты, физиологическим — созвучие, возникающее путем слияния звуков различной, но близкой частоты.

1 При сужении или расширении квинты приблизительно на 30 центов (табл. 4) мы перестаем воспринимать интервал как квинту; одновременно с изменением индивидуальности интервала происходит разрыв унисонов g^1 и g^2 .

Изобразим посредством букв спектры звуков с и е до с³ включительно:

c c^1 g^1 c^2 e^2 g^2 b^2 c^3
 e e^1 h^1 e^3 gis^2 h^2

Изучая сложный спектр, образующийся при одновременном воспроизведении обоих звуков, легко убедиться, что если интервальный коэффициент большой терции равен $5/4$, то частичный тон e^2 будет физическим унисоном; если не равен, но близок к $5/4$, то — физиологическим.

При сужении или расширении б. терции приблизительно на 30 центов (табл. 4) мы перестаем воспринимать интервал как б. терцию; одновременно с изменением индивидуальности интервала происходит разрыв унисона e^2 .

Изобразим посредством букв спектр звуков с и еs до с³ включительно:

c c^1 g^1 c^2 e^2 g^2 b^2 c^3
 es es^1 b^1 es^2 g^2 b^2

Исследуя сложный спектр, образующийся при одновременном воспроизведении обоих звуков, легко убедиться, что если интервальный коэффициент малой терции равен $6/5$, то частичный тон g^2 является физическим унисоном; если не равен, но близок к $6/5$, то — физиологическим.*

При сужении или расширении м. терции приблизительно на 35 центов (табл. 4) мы перестаем воспринимать интервал как м. терцию; одновременно с изменением индивидуальности интервала происходит разрыв унисона.

Изобразим посредством букв спектры звуков с и d до e³ включительно:

c c^1 g^1 c^2 e^2 g^2 b^2 c^3 d^3 e^3
 d d^1 a^1 d^2 fis^2 a^2 c^3 d^3 e^3

Исследуя сложный спектр, образующийся при одновременном воспроизведении обоих звуков, легко убедиться, что если интервальный коэффициент большой секунды с—d ра-

* Частичный тон b^2 не является унисоном, так как расстояние между его звуками равно приблизительно 48 центам.

вен $9/8$, то частичный тон d^3 является физическим унисоном, а частичные тоны c^3 и e^3 — физиологическими. Если интервальный коэффициент б. секунды $c — d$ равен $10/9$, то частичный тон e^3 является физическим унисоном, а частичный тон d^3 — физиологическим.* Если интервальный коэффициент б. секунды $c — d$ не равен ни $9/8$, ни $10/9$, но близок к ним по величине, то частичные тоны d^3 и e^3 являются физиологическими унисонами.

При сужении и расширении б. секунды приблизительно на 35 центов (табл. 4) мы перестаем воспринимать интервал как б. секунду; одновременно с изменением индивидуальности интервала происходит разрыв унисонов d^3 и e^3 .

Исследование спектров пяти основных гармонических интервалов показывает, что изменение индивидуальности основного интервала всегда происходит одновременно с разрывом унисонов. Это доказывает, что унисоны, входящие в состав тембра интервала, играют ведущую роль в формировании его индивидуальности. Исследование спектров пяти основных гармонических интервалов показывает также, что в спектре каждого основного интервала имеется один или несколько унисонов (б. секунда), характеризующих данный интервал.

Так, в спектре октавы этим унисоном (физическим или физиологическим) является частичный тон, образующийся от совпадения 2-го частичного тона нижнего звука октавы с 1-м частичным тоном ее верхнего звука; в спектре квинты — частичный тон, образующийся от совпадения 3-го частичного тона нижнего звука квинты со 2-м частичным тоном ее верхнего звука; в спектре б. терции — частичный тон, образующийся от совпадения 5-го частичного тона нижнего звука б. терции с 4-м частичным тоном ее верхнего звука; в спектре м. терции — частичный тон, образующийся от совпадения 6-го частичного тона нижнего звука м. терции с 5-м частичным тоном ее верхнего звука; в спектре б. секунды — частичные тоны, образующиеся от совпадения 9-го частичного тона нижнего звука б. секунды с 8-м частичным тоном ее верхнего звука и 10-го частичного тона нижнего звука б. секунды с 9-м частичным тоном ее верхнего звука. **

Исследуем теперь объективные факторы, обуславливающие неопределенную индивидуальность промежуточных интервалов, например средней терции, занимающей промежуточное место между м. терцией $c — es$ и б. терцией $c — e$. В сложном

* В этом случае частичный тон c^3 не будет унисоном, так как расстояние между его звуками равно 59 центам (приблизительно).

** В некоторых случаях — частичный тон, образующийся от совпадения 8-го частичного тона нижнего звука б. секунды с 7-м частичным тоном ее верхнего звука.

тембре средней терции присутствуют два унисона: g^2 и e^2 . Оба унисона физиологические, так как расстояние между входящими в них звуками равно приблизительно 30 центам. Как указано выше, унисон g^2 характерен для м. терции с — еs, унисон e^2 — для б. терции с — е. Таким образом, в тембре средней терции присутствуют два физиологических унисона, из которых один характеризует м. терцию, другой — б. терцию. Это и обуславливает неопределенную (минор-мажорную) индивидуальность средней терции, а также то, что средняя терция, воспроизведенная после *малой*, звучит как фальшивая большая, а воспроизведенная после *большой* — как фальшивая малая.

Исследуем вопрос об объективных факторах, обуславливающих индивидуальность мелодических интервалов.

При воспроизведении гармонических интервалов происходит взаимодействие *между тембрами* образующих интервал звуков, при воспроизведении мелодических — взаимодействие между тембром конечного звука интервала и *первичным образом памяти* его начального звука. Что последнее взаимодействие осознается нами вполне отчетливо, доказывает следующий факт.

Если мы хотим сравнить тембры двух одноименных музыкальных инструментов (например, двух скрипок), мы воспроизводим звуки этих инструментов *последовательно*, а не *одновременно* и сравниваем тембр одного инструмента с первичным образом памяти другого инструмента (или первичные образы памяти тембров обоих инструментов).

Так как сравнение тембров двух одноименных музыкальных инструментов требует восприятия весьма малых изменений в спектрах сравниваемых звуков, то можно утверждать, что при последовательном (как и при одновременном) воспроизведении звуков интервала мы легко улавливаем характерные для интервалов унисоны. Как указано было выше, в гармонических интервалах унисоны играют ведущую роль в формировании индивидуальности интервала. В мелодических интервалах индивидуальность интервала зависит также и от его величины: спутать приму с мелодической октавой невозможно, спутать унисон с гармонической октавой легко.

Выясним теперь, какие причины обуславливают разрыв унисона при расширении его на 36 центов, а разрыв примы при расширении ее только на 18 центов. При воспроизведении унисона, так же как и при воспроизведении примы, в нашем органе слуха возникают два раздражения. Но при воспроизведении унисона раздражения возникают одновременно, при воспроизведении примы — последовательно. При одновременном возникновении в органе слуха двух территориально близ-

ких раздражений (что имеет место при воспроизведении физиологического унисона) эти раздражения «перекрывают» друг друга. В результате нервные волокна, расположенные между раздражаемыми участками, приходят в сильное возбуждение, и мы слышим промежуточный звук, соответствующий месту этого сильного возбуждения.

Интервал в 36 центов является, повидимому, тем расстоянием между звуками унисона, при котором процесс перекрытия раздражений прекращается.

При воспроизведении примы, т. е. при последовательном воспроизведении двух звуков, процесс перекрытия раздражений не может иметь места. Поэтому разрыв примы происходит уже вблизи разностного порога высоты. Несмотря на то, что разрыв примы происходит при увеличении расстояния между звуками примы на 18 центов, изменение индивидуальности мелодических интервалов происходит при уменьшении или увеличении их приблизительно на 36 центов. Это объясняется тем, что звуки изолированной примы не подвергаются маскировке, звуки примы, входящей в состав какого-либо интервала, маскируются частичными тонами этого интервала, расположенными ниже примы.

В связи с указанной маскировкой мы замечаем разрыв примы, входящей в состав интервала позже, чем разрыв изолированной примы.

Итак, основные интервалы, т. е. интервалы, вошедшие в практику современного профессионального музыкального искусства, обладают определенной индивидуальностью и имеют широкую интервальную зону. Промежуточные интервалы обладают неопределенной индивидуальностью и имеют узкую интервальную зону.

Наши исследования основных и промежуточных интервальных зон не ограничились описанными выше исследованиями. Опыты показали, что интервалы, входящие в состав одной и той же зоны, отличаются друг от друга звуковысотными оттенками. Эти оттенки зоны, которые в дальнейшем будем называть *интонациями*, зависят от величины интервалов, входящих в состав данной зоны.

В первой октаве музыкальный слух современного человека способен различать в зонах основных интервалов (кроме примы) около десяти (10) интонаций. Но это имеет место только при восприятии интервалов изолированных зон. При восприятии мелодии, как это будет показано ниже, число осознаваемых нами интонаций значительно уменьшается.

Изложенное касалось интервалов среднего регистра. Исследования интервалов низкого и высокого регистров показали, что индивидуальность интервалов этих регистров значительно

отличается от индивидуальности тех же интервалов, воспроизведенных в среднем регистре. Это объясняется тем, что звуки низкого регистра очень богаты обертонами, звуки высокого регистра ими бедны. В связи с этим наше восприятие характеризующих интервал унисонов затрудняется, ширина интервальных зон становится неясной.

Исследование сложных интервалов (бóльших октав) показало, что индивидуальность этих интервалов отличается от индивидуальности соответствующих интервалов, так как расстояние между звуками этих интервалов становится значительным. Однако ширина интервальных зон при этом почти не изменяется.

Итак, в пределах октавы существуют два типа интервальных зон: зоны, обладающие определенной индивидуальностью и значительной шириной (основные интервальные зоны), и зоны, обладающие неопределенной индивидуальностью и незначительной шириной (промежуточные интервальные зоны).

Число основных интервальных зон равно 12. Эти зоны легко запоминаются, узнаются и интонируются. Промежуточные зоны запоминаются и узнаются с трудом, а их интонирование удается только на музыкальных инструментах с фиксированной высотой звуков.

ИНТОНИРОВАНИЕ* ИЗОЛИРОВАННОЙ ПЕРИМЫ

Как было показано в главе I у лиц, обладающих абсолютным слухом, точность интонирования звуков обусловлена слуховыми представлениями, которые служат для них эталонами высоты и которым соответствуют полосы частот (зоны). Наши опыты по интонированию прима имели целью выяснить, с какой точностью лица, обладающие относительным слухом, могут интонировать изолированные звуки, если эталонами высоты являются первичные образы памяти только что воспроизведенных звуков.

Для опытов были выбраны четыре звука: a , es^1 , c^1 и fis^1 . Эти звуки воспроизводились на фисгармонии и отделялись друг от друга паузами в несколько секунд. Высота каждого задаваемого звука равнялась высоте этого звука в двенадцатизвуковом равномернотемперированном строе при частоте $a^1 = 440$ гц. Опыты проводились с четырьмя испытуемыми и продолжались в течение нескольких месяцев; в каждый сеанс испытуемому предлагалось воспроизводить все четыре звука.

Опыты заключались в следующем.

Воспроизведя звук a , испытуемому предлагалось при наступлении паузы воспроизвести его на генераторе звуковой частоты. Когда высота звука вполне удовлетворяла испытуемого и он говорил «готово», оператор измерял эту высоту при помощи хроматического стробоскопа. Аналогичные опыты проводились со звуками es^1 , c^1 и fis^1 .

Табл. 8—11 показывают, с какой точностью испытуемые воспроизводили на генераторе звуковой частоты звуки a , es^1 , c^1 и fis^1 , воспроизведенные на фисгармонии.

Из табл. 8 видно, что у испытуемого № 6 ширина зоны a равна 100 центам (от -50 до $+50$), зоны es^1 — 45 центам (от -17 до $+28$), зоны c^1 — 58 центам (от -20 до $+38$), зоны fis^1 — 37 центам (от -22 до $+15$).

* Воспроизведение.

Таблица 8

Испытуемый № 6

Высота звуков, воспроизведенных испытуемым, сравнительно с высотой заданных звуков в центах				Дата опыта
a -20	es ¹ -15	c ¹ -20	fis ¹ ± 0	16/I 1948
a +22	es ¹ - 6	c ¹ ± 0	fis ¹ - 6	23
a -10	es ¹ +10	c ¹ ± 0	fis ¹ ± 0	30
a -30	es ¹ +20	c ¹ +10	fis ¹ +15	6/II
a -50	es ¹ -17	c ¹ -20	fis ¹ -15	13
a -30	es ¹ - 5	c ¹ -14	fis ¹ - 8	
a + 7	es ¹ - 6	c ¹ -20	fis ¹ -22	19
a +10	es ¹ +20	c ¹ +20	fis ¹ ± 0	
a +50	es ¹ +28	c ¹ +15	fis ¹ ± 0	
a +40	es ¹ +16	c ¹ +38	fis ¹ +15	
a +28	es ¹ +25	c ¹ +25	fis ¹ - 3	
a +32	es ¹ +10	c ¹ +30	fis ¹ -15	

Таблица 9

Испытуемый № 7

Высота звуков, воспроизведенных испытуемым, сравнительно с высотой заданных звуков в центах				Дата опыта
a -20	es ¹ -40	c ¹ -35	fis ¹ -45	17/XI 1947
a ± 0	es ¹ - 8	c ¹ -20	fis ¹ ± 0	18
a +10	es ¹ - 5	c ¹ -20	fis ¹ -15	20
a - 5	es ¹ -35	c ¹ -22	fis ¹ -35	16/I 1948
a + 5	es ¹ -45	c ¹ -35	fis ¹ -30	6/II
a -33	es ¹ -30	c ¹ -16	fis ¹ -28	12
a -26	es ¹ - 4	c ¹ -32	fis ¹ -30	
a -22	es ¹ -60	c ¹ -60	fis ¹ -34	14
a + 5	es ¹ -30	c ¹ -50	fis ¹ ± 0	
a -40	es ¹ -20	c ¹ +10	fis ¹ -60	
a ± 0	es ¹ -25	c ¹ -25	fis ¹ -15	
a +20	es ¹ -25	c ¹ -25	fis ¹ -15	

Из табл. 9 видно, что у испытуемого № 7 ширина зоны а равна 60 центам (от -40 до +20), зоны es¹ - 56 центам (от -60 до -4), зоны c¹ - 70 центам (от -60 до +10), зоны fis¹ - 60 центам (от -60 до ±0).

Из табл. 10 видно, что у испытуемого № 8 ширина зоны а равна 58 центам (от -50 до +8), зоны es¹ - 50 центам (от -25 до +25), зоны c¹ - 55 центам (от -50 до +5), зоны fis¹ - 53 центам (от -40 до +13).

Из табл. 11 видно, что у испытуемого № 9 ширина зоны а равна 80 центам (от -60 до +20), зоны es¹ - 55 центам (от -45 до +10), зоны c¹ - 60 центам (от -30 до +30), зоны fis¹ - 45 центам (от -40 до +5).

Таблица 10

Испытуемый № 8

Высота звуков, воспроизведенных испытуемым, сравнительно с высотой заданных звуков в центах				Дата опыта
a -10	es ¹ -10	c ¹ - 5	fis ¹ -25	17/XI 1947
a -35	es ¹ +25	c ¹ + 5	fis ¹ -20	18
a -10	es ¹ ± 0	c ¹ -50	fis ¹ -25	20
a -10	es ¹ +10	c ¹ - 3	fis ¹ -32	9/II 1948
a + 8	es ¹ +16	c ¹ -12	fis ¹ +13	
a -50	es ¹ -24	c ¹ -44	fis ¹ -36	12
a -36	es ¹ -25	c ¹ -42	fis ¹ -37	
a -42	es ¹ -23	c ¹ -19	fis ¹ -40	14
a -38	es ¹ - 8	c ¹ -15	fis ¹ -26	
a -34	es ¹ - 2	c ¹ - 2	fis ¹ - 4	14
a -15	es ¹ +16	c ¹ -17	fis ¹ - 2	
a -32	es ¹ + 4	c ¹ -30	fis ¹ - 8	

Таблица 11

Испытуемый № 9

Высота звуков, воспроизведенных испытуемым, сравнительно с высотой заданных звуков в центах				Дата опыта
a -60	es ¹ -10	c ¹ -30	fis ¹ -40	17/XI 1947
a -40	es ¹ ± 0	c ¹ -15	fis ¹ - 5	18
a +15	es ¹ +10	c ¹ +30	fis ¹ ± 0	20
a +10	es ¹ -45	c ¹ -30	fis ¹ -20	16/I 1948
a +15	es ¹ -10	c ¹ +10	fis ¹ + 5	31
a +20	es ¹ -16	c ¹ -10	fis ¹ - 2	12/II
a - 9	es ¹ -13	c ¹ - 8	fis ¹ - 3	
a +13	es ¹ - 7	c ¹ - 3	fis ¹ - 7	14
a ± 0	es ¹ -15	c ¹ + 3	fis ¹ -10	
a -20	es ¹ - 5	c ¹ -12	fis ¹ -12	14
a -25	es ¹ -20	c ¹ -10	fis ¹ -22	
a -10	es ¹ - 5	c ¹ - 5	fis ¹ -10	

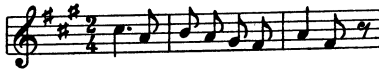
Табл. 8—11 показывают, что:

- 1) первичным образам памяти звуков соответствуют полосы частот (зоны), а не частоты;
- 2) средняя ширина зоны, в пределах которой испытуемые воспроизводили на генераторе звуки, пользуясь первичными образами памяти звуков, равна приблизительно 59 центам;
- 3) точное по высоте воспроизведение заданных звуков встречается очень редко: у испытуемого № 6 — шесть раз (из 48), у испытуемого № 7 — четыре раза, у испытуемого № 8 — один раз, у испытуемого № 9 — три раза.

✓ ИНТОНИРОВАНИЕ ИНТЕРВАЛОВ В МЕЛОДИИ

Мы воспринимаем мелодический интервал как результат взаимодействия звука ощущаемого (конечный звук интервала) и звука представляемого (начальный звук интервала). Поэтому, чтобы сintonировать заданную мелодию, необходимо при воспроизведении каждого звука этой мелодии помнить высоту предшествующих ему звуков.

Настоящее исследование имело целью выяснить вопрос, насколько точно можно помнить высоту уже воспроизведенных звуков мелодии, иначе говоря, насколько точно квалифицированный музыкант может интонировать по памяти известную ему мелодию.



Нами были проделаны опыты с четырьмя испытуемыми, обладающими очень хорошим звуковысотным слухом. Опыты заключались в следующем. На фисгармонии воспроизводились три первых такта русской народной песни «Дубинушка», после чего испытуемым предлагалось проинтонировать этот мелодический отрывок. «Музыкальным инструментом» служил генератор звуковой частоты. Этот аппарат был выбран по следующим соображениям.

1. При интонировании мелодии на скрипке или на каком-либо другом смычковом музыкальном инструменте со свободным интонированием интервалов исполнитель контролирует интонации не только слухом, но и осязанием (положения пальца, прижимающего струну к грифу).

2. При интонировании мелодии голосом исполнитель контролирует интонации не только слухом, но и ощущениями, возникающими в его голосовом аппарате.

Испытуемый № 6

№ опыта	Интонирование испытуемым звуков мелодии										Дата опыта
1	cis ² ± 0	a ¹ - 10	h ¹ + 2	a ¹ + 18	gis ¹ - 6	fis ¹ - 24	a ¹ + 24	fis ¹ - 12	6/XII 1947		
2	cis ² ± 0	a ¹ + 4	h ¹ ± 0	a ¹ + 28	gis ¹ + 30	fis ¹ + 10	a ¹ + 12	fis ¹ + 10	12		
3	cis ² ± 0	a ¹ - 2	h ¹ - 2	a ¹ + 12	gis ¹ + 20	fis ¹ + 5	a ¹ + 15	fis ¹ - 2	19		
4	cis ² ± 0	a ¹ + 10	h ¹ + 10	a ¹ + 20	gis ¹ + 20	fis ¹ - 15	a ¹ + 10	fis ¹ - 10	26		
5	cis ² ± 0	a ¹ - 5	h ¹ + 20	a ¹ + 10	gis ¹ - 5	fis ¹ - 22	a ¹ + 6	fis ¹ - 40	2/I 1948		
6	cis ² ± 0	a ¹ ± 0	h ¹ + 18	a ¹ + 26	gis ¹ + 40	fis ¹ + 40	a ¹ + 30	fis ¹ + 50	16		
7	cis ² ± 0	a ¹ + 24	h ¹ + 20	a ¹ + 42	gis ¹ + 40	fis ¹ + 4	a ¹ + 24	fis ¹ - 20	23		
8	cis ² ± 0	a ¹ + 40	h ¹ + 25	a ¹ + 35	gis ¹ + 35	fis ¹ + 35	a ¹ + 40	fis ¹ + 35	30		
9	cis ² ± 0	a ¹ + 4	h ¹ - 9	a ¹ + 10	gis ¹ + 25	fis ¹ + 30	a ¹ + 10	fis ¹ - 20	6/II		
10	cis ² ± 0	a ¹ - 14	h ¹ + 14	a ¹ + 15	gis ¹ - 7	fis ¹ - 25	a ¹ - 18	fis ¹ - 18	13		
11	cis ² ± 0	a ¹ ± 0	h ¹ + 4	a ¹ + 8	gis ¹ - 8	fis ¹ - 30	a ¹ - 20	fis ¹ - 30			
12	cis ² ± 0	a ¹ ± 0	h ¹ + 15	a ¹ + 10	gis ¹ - 5	fis ¹ - 10	a ¹ + 10	fis ¹ - 15			

Процесс интонирования мелодии на генераторе звуковой частоты свободен от этих побочных обстоятельств, так как здесь он контролируется *только слухом*. Кроме того, генератор дает звуки столь определенной высоты, что ее установление при помощи хроматического стробоскопа возможно с большой точностью (до 1 цента).

Указанная выше мелодия интонировалась испытуемыми в очень медленном темпе и в ритме, обусловленном:

1) временем, несбходимым испытуемому для уверенного интонирования каждого звука мелодии;

2) временем, необходимым оператору для установления высоты интонируемого звука при помощи хроматического стробоскопа.

Порядок отдельных операций в опытах был таким. Испытуемый настраивал первый звук мелодии (cis^2) по хроматическому стробоскопу; затем он находил по слуху второй звук мелодии (a^1). Когда интонация этого звука вполне удовлетворяла испытуемого, он говорил «готово», и оператор при помощи хроматического стробоскопа устанавливал высоту съинтонированного звука. Когда оператор говорил «готово», испытуемый переходил к интонированию следующего звука мелодии (h^1) и т. д.

Табл. 12—15 показывают, как интонировали испытуемые предложенную им мелодию.

Пользуясь данными табл. 12, установим ширину зон, в пределах которых испытуемый № 6 интонирует интервалы, входящие в состав мелодии (табл. 12а).

Таблица 12а

№ тактов	Наименование интервалов	Ширина зоны в центах											
		6/XII 1947	12/XII	19/XII	26/XII	2/I 1948	16	23	30	6/II	13	13	13
1	$cis^2 - a^1$	+10	-4	+2	-10	+5	+0	-24	-40	-4	+14	+0	+0
1-2	$a^1 - h^1$	+12	-4	+0	+0	+25	+18	-4	-15	-13	+28	+4	+15
2	$h^1 - a^1$	+16	-28	-14	-10	+10	+8	-22	-10	-19	-1	+4	+5
2	$a^1 - gis^1$	+24	-2	+8	+0	+15	-14	+2	+0	-15	+22	+16	+15
2-3	$gis^1 - fis^1$	+18	+20	+15	+35	+17	+0	+36	+0	-5	+18	+22	+5
3	$fis^1 - a^1$	+48	+2	+10	+25	+28	-10	+20	+5	-20	+7	+10	+20
3	$a^1 - fis^1$	+36	+2	+17	+20	+46	-20	+24	+5	+30	+0	+10	+35

Из табл. 12а видно, что у испытуемого № 6 ширина зоны б. терции $cis^2 - a^1$ равна 54 центам (от 360 до 414), б. секунды

Испытуемый № 7

№ опыта	Интонарование мелодии испытуемым										Дата опыта
	$cis^2 \pm 0$	$a^1 - 5$	$h^1 + 10$	$a^1 + 8$	$gis^1 + 10$	$fis^1 + 20$	$a^1 - 15$	$fis^1 \pm 0$	$a^1 - 15$	$fis^1 \pm 0$	
1	$cis^2 \pm 0$	$a^1 - 5$	$h^1 + 10$	$a^1 + 8$	$gis^1 + 10$	$fis^1 + 20$	$a^1 - 15$	$fis^1 \pm 0$	$a^1 - 15$	$fis^1 \pm 0$	18/XI 1947
2	$cis^2 \pm 0$	$a^1 + 5$	$h^1 - 35$	$a^1 + 5$	$gis^1 + 25$	$fis^1 + 30$	$a^1 - 28$	$fis^1 + 25$	$a^1 - 28$	$fis^1 + 25$	18
3	$cis^2 \pm 0$	$a^1 - 15$	$h^1 - 20$	$a^1 - 10$	$gis^1 - 10$	$fis^1 - 10$	$a^1 - 40$	$fis^1 - 30$	$a^1 - 40$	$fis^1 - 30$	19
4	$cis^2 \pm 0$	$a^1 + 15$	$h^1 - 30$	$a^1 + 25$	$gis^1 - 20$	$fis^1 \pm 0$	$a^1 - 35$	$fis^1 - 20$	$a^1 - 35$	$fis^1 - 20$	20
5	$cis^2 \pm 0$	$a^1 - 4$	$h^1 - 50$	$a^1 - 5$	$gis^1 + 5$	$fis^1 - 2$	$a^1 - 5$	$fis^1 - 20$	$a^1 - 5$	$fis^1 - 20$	16/I 1948
6	$cis^2 \pm 0$	$a^1 \pm 0$	$h^1 + 15$	$a^1 + 10$	$gis^1 + 10$	$fis^1 \pm 0$	$a^1 - 20$	$fis^1 - 20$	$a^1 - 20$	$fis^1 - 20$	31
7	$cis^2 \pm 0$	$a^1 + 15$	$h^1 - 20$	$a^1 + 10$	$gis^1 + 25$	$fis^1 + 5$	$a^1 - 10$	$fis^1 \pm 0$	$a^1 - 10$	$fis^1 \pm 0$	6/II
8	$cis^2 \pm 0$	$a^1 - 25$	$h^1 - 15$	$a^1 \pm 0$	$gis^1 + 10$	$fis^1 - 10$	$a^1 - 38$	$fis^1 - 6$	$a^1 - 38$	$fis^1 - 6$	7
9	$cis^2 \pm 0$	$a^1 \pm 0$	$h^1 - 30$	$a^1 - 5$	$gis^1 - 6$	$fis^1 - 10$	$a^1 - 35$	$fis^1 - 20$	$a^1 - 35$	$fis^1 - 20$	
10	$cis^2 \pm 0$	$a^1 + 3$	$h^1 - 30$	$a^1 + 10$	$gis^1 + 4$	$fis^1 + 5$	$a^1 - 35$	$fis^1 - 16$	$a^1 - 35$	$fis^1 - 16$	9/II 1948
11	$cis^2 \pm 0$	$a^1 - 5$	$h^1 \pm 0$	$a^1 + 4$	$gis^1 + 20$	$fis^1 - 9$	$a^1 - 35$	$fis^1 + 2$	$a^1 - 35$	$fis^1 + 2$	
12	$cis^2 \pm 0$	$a^1 + 5$	$h^1 - 10$	$a^1 + 12$	$gis^1 + 8$	$fis^1 + 23$	$a^1 - 36$	$fis^1 + 9$	$a^1 - 36$	$fis^1 + 9$	12

$a^1 - h^1$ — 43 центам (от 185 до 228), б. секунды $h^1 - a^1$ — 44 центам (от 172 до 216), м. секунды $a^1 - gis^1$ — 39 центам (от 85 до 124), б. секунды $gis^1 - fis^1$ — 41 центу (от 195 до 236), м. терции $gis^1 - a^1$ — 68 центам (от 280 до 348), м. терции $a^1 - fis^1$ — 66 центам (от 280 до 346).

Из табл. 12 видно, что у испытуемого № 6 ширина зоны, в пределах которой он интонирует звук a^1 (встречающийся в мелодии три раза), колеблется от 5 (опыт № 8) до 34 центов (опыт № 1) и в отдельных опытах равняется 34 (1), 24 (2), 17 (3), 10 (4), 15 (5), 30 (6), 18 (7), 5 (8), 6 (9), 33 (10), 28 (11) и 10 (12) центам; ширина зоны, в пределах которой он интонирует звук gis^1 (встречающийся в мелодии два раза), колеблется от 0 (опыты № 2, 8 и 11) до 50 центов (опыт № 9) и в отдельных опытах равняется 12 (1), 0 (2), 7 (3), 5 (4), 18 (5), 10 (6), 24 (7), 0 (8), 50 (9), 7 (10), 0 (11) и 5 (12) центам.

Пользуясь данными табл. 13, установим ширину зон, в пределах которых испытуемый № 7 интонирует интервалы, входящие в состав мелодии (табл. 13а).

Таблица 13 а

№ тактов	Наименование интервалов	Ширина зон в центах											
		18/XI 1947	18	19	20	16/I 1948	31	6/II	7	7	9	9	12
1	$cis^2 - a^1$	+ 5	- 5	+15	-15	+ 4	+ 0	-15	+25	+ 0	- 3	+ 5	- 5
1-2	$a^1 - h^1$	+15	-40	- 5	-45	-46	+15	-35	+10	-30	-33	+ 5	-15
2	$h^1 - a^1$	+ 2	-40	-10	-55	-45	+ 5	-30	-15	-25	-40	- 4	-22
2	$a^1 - gis^1$	- 2	+10	-10	+45	-10	+ 0	-15	-10	- 1	+ 6	-16	+ 4
2	$gis^1 - fis^1$	-10	- 5	-10	-20	+ 7	+10	+20	+20	+ 4	- 1	+28	-15
2-3	$gis^1 - a^1$	-35	-58	-30	-35	- 3	-20	-15	-28	-25	-40	-27	-59
3	$a^1 - fis^1$	-15	-53	-10	-15	+15	+ 0	-10	-32	-15	-19	-37	-45

Из табл. 13а видно, что у испытуемого № 7 ширина зоны б. терции $cis^2 - a^1$ равна 40 центам (от 385 до 425), б. секунды $a^1 - h^1$ — 61 центу (от 154 до 215), б. секунды $h^1 - a^1$ — 60 центам (от 145 до 205), м. секунды $a^1 - gis^1$ — 61 центу (от 84 до 145), б. секунды $gis^1 - fis^1$ — 48 центам (от 180 до 228), м. терции $gis^1 - a^1$ — 56 центам (от 241 до 297), м. терции $a^1 - fis^1$ — 68 центам (от 247 до 315).

Из табл. 13 видно, что у испытуемого № 7 ширина зоны, в пределах которой он интонирует звук a^1 , колеблется от 1 цента (опыт № 5) до 60 центов (опыт № 4) и в отдельных опытах равняется 23 (1), 33 (2), 30 (3), 60 (4), 1 (5), 30 (6), 25 (7), 38 (8),

Испытуемый № 8

№ опыта	Интонирование мелодии испытуемым										Дата опыта
	$cis^2 \pm 0$	$a^1 - 35$	$h^1 - 45$	$a^1 - 50$	$gis^1 - 50$	$fis^1 - 10$	$a^1 - 35$	$fis^1 + 25$	$a^1 - 35$	$fis^1 + 30$	
1	$cis^2 \pm 0$	$a^1 - 35$	$h^1 - 45$	$a^1 - 50$	$gis^1 - 50$	$fis^1 - 10$	$a^1 - 35$	$fis^1 + 25$	$a^1 - 35$	$fis^1 + 30$	18/XI 1847
2	$cis^2 \pm 0$	$a^1 + 25$	$h^1 - 20$	$a^1 + 20$	$gis^1 + 35$	$fis^1 + 30$	$a^1 - 15$	$fis^1 + 30$	$a^1 - 15$	$fis^1 + 30$	
3	$cis^2 \pm 0$	$a^1 + 45$	$h^1 - 10$	$a^1 + 50$	$gis^1 + 40$	$fis^1 + 50$	$a^1 + 20$	$fis^1 + 30$	$a^1 + 20$	$fis^1 + 30$	19
4	$cis^2 \pm 0$	$a^1 - 25$	$h^1 - 10$	$a^1 + 30$	$gis^1 + 10$	$fis^1 + 5$	$a^1 - 25$	$fis^1 - 15$	$a^1 - 25$	$fis^1 - 15$	20
5	$cis^2 \pm 0$	$a^1 \pm 0$	$h^1 - 20$	$a^1 \pm 0$	$gis^1 - 5$	$fis^1 \pm 0$	$a^1 - 35$	$fis^1 - 15$	$a^1 - 35$	$fis^1 - 15$	6/II 1948
6	$cis^2 \pm 0$	$a^1 - 30$	$h^1 - 30$	$a^1 \pm 0$	$gis^1 + 30$	$fis^1 + 10$	$a^1 + 10$	$fis^1 + 30$	$a^1 + 10$	$fis^1 + 30$	9
7	$cis^2 \pm 0$	$a^1 - 50$	$h^1 - 70$	$a^1 - 55$	$gis^1 - 40$	$fis^1 - 46$	$a^1 - 47$	$fis^1 - 48$	$a^1 - 47$	$fis^1 - 48$	12
8	$cis^2 \pm 0$	$a^1 + 12$	$h^1 + 6$	$a^1 + 3$	$gis^1 + 18$	$fis^1 - 16$	$a^1 - 15$	$fis^1 - 5$	$a^1 - 15$	$fis^1 - 5$	
9	$cis^2 \pm 0$	$a^1 + 16$	$h^1 + 11$	$a^1 + 10$	$gis^1 + 46$	$fis^1 + 35$	$a^1 + 4$	$fis^1 + 5$	$a^1 + 4$	$fis^1 + 5$	16
10	$cis^2 \pm 0$	$a^1 - 29$	$h^1 - 13$	$a^1 - 26$	$gis^1 - 20$	$fis^1 + 10$	$a^1 - 36$	$fis^1 - 12$	$a^1 - 36$	$fis^1 - 12$	
11	$cis^2 \pm 0$	$a^1 + 10$	$h^1 + 15$	$a^1 + 16$	$gis^1 - 3$	$fis^1 + 13$	$a^1 - 26$	$fis^1 + 23$	$a^1 - 26$	$fis^1 + 23$	16
12	$cis^2 \pm 0$	$a^1 + 45$	$h^1 + 13$	$a^1 + 9$	$gis^1 + 11$	$fis^1 + 20$	$a^1 - 18$	$fis^1 + 27$	$a^1 - 18$	$fis^1 + 27$	

35 (9), 45 (10), 39 (11) и 48 (12) центам; ширина зоны, в пределах которой он интонирует звук fis^1 , колеблется от 4 центов (опыт № 8) до 21 цента (опыт № 10) и в отдельных опытах равняется 20 (1), 5 (2), 20 (3), 20 (4), 18 (5), 20 (6), 5 (7), 4 (8), 10 (9), 21 (10), 11 (11) и 14 (12) центам.

Пользуясь данными табл. 14, установим ширину зон, в пределах которых испытуемый № 8 интонирует интервалы, входящие в состав мелодии (табл. 14а).

Таблица 14а

№ тактов	Наименование интервалов	Ширина зоны в центах											
		18/XI 1947	18	19	20	6/II 1948	9	12	12	12	16	16	16
1	$\text{cis}^2 - a^1$	+35	-25	-45	+25	± 0	+30	+50	-12	-16	+23	-10	-45
1—2	$a^1 - h^1$	-10	-45	-55	+15	-20	± 0	-20	-6	-5	+10	+5	-32
2	$h^1 - a^1$	+5	-40	-60	-40	-20	-30	-15	+3	+1	+13	+1	+4
2	$a^1 - \text{gis}^1$	± 0	-15	+10	+20	+5	-30	-15	-15	-36	-6	+19	-2
2	$\text{gis}^1 - \text{fis}^1$	-40	+5	-10	+5	-5	-40	+6	+34	+11	-30	-16	-9
2—3	$\text{fis}^1 - a^1$	-25	-45	-30	-30	-35	± 0	-1	+1	-31	-46	-39	-38
3	$a^1 - \text{fis}^1$	-60	-45	-10	-10	-20	-20	+1	-10	-1	-24	-49	-45

Из табл. 14а видно, что у испытуемого № 8 ширина зоны б. терции $\text{cis}^2 - a^1$ равна 95 центам (от 355 до 450), б. секунды $a^1 - h^1 - 70$ центам (от 145 до 215), б. секунды $h^1 - a^1 - 73$ центам (от 140 до 213), м. секунды $a^1 - \text{gis}^1 - 56$ центам (от 64 до 120), б. секунды $\text{gis}^1 - \text{fis}^1 - 74$ центам (от 160 до 234), м. терции $\text{fis}^1 - a^1 - 47$ центам (от 254 до 301), м. терции $a^1 - \text{fis}^1 - 61$ центам (от 240 до 301).

Из табл. 14 видно, что у испытуемого № 8 ширина зоны, в пределах которой он интонирует звук a^1 , колеблется от 8 (опыт № 7) до 63 центов (опыт № 12) и в отдельных опытах равняется 15 (1), 40 (2), 30 (3), 55 (4), 35 (5), 40 (6), 8 (7), 27 (8), 12 (9), 10 (10), 42 (11), 63 (12) центам; ширина зоны, в пределах которой он интонирует звук fis^1 , колеблется от 0 (опыт № 2) до 35 центов (опыт № 1) и в отдельных опытах равняется 35 (1), 0 (2), 20 (3), 20 (4), 15 (5), 20 (6), 2 (7), 11 (8), 35 (1), 22 (10), 10 (11) и 7 (12) центам.

Пользуясь данными табл. 15, установим ширину зон, в пределах которых испытуемый № 9 интонирует интервалы, входящие в состав мелодии (табл. 15а).

Испытуемый № 9

№ опыта	Интонирование мелодии испытуемым								Дата опыта
	$h^1 - 25$	$a^1 - 10$	$g^{is^1} - 10$	$fis^1 - 10$	$a^1 - 30$	$fis^1 - 20$	$a^1 - 30$	$fis^1 - 20$	
1	$h^1 - 25$	$a^1 - 10$	$g^{is^1} - 10$	$fis^1 - 10$	$a^1 - 30$	$fis^1 - 20$	$a^1 - 30$	$fis^1 - 20$	18/XI 1947
2	$h^1 - 40$	$a^1 \pm 0$	$g^{is^1} \pm 0$	$fis^1 + 5$	$a^1 - 30$	$fis^1 + 20$	$a^1 - 30$	$fis^1 + 20$	19
3	$h^1 - 5$	$a^1 + 15$	$g^{is^1} + 15$	$fis^1 + 43$	$a^1 + 5$	$fis^1 + 35$	$a^1 + 5$	$fis^1 + 35$	20
4	$h^1 + 20$	$a^1 + 18$	$g^{is^1} - 20$	$fis^1 + 10$	$a^1 + 15$	$fis^1 + 18$	$a^1 + 15$	$fis^1 + 18$	16/I 1948
5	$h^1 \pm 0$	$a^1 \pm 0$	$g^{is^1} + 50$	$fis^1 + 41$	$a^1 + 30$	$fis^1 + 33$	$a^1 + 30$	$fis^1 + 33$	12/II
6	$h^1 + 2$	$a^1 + 28$	$g^{is^1} + 36$	$fis^1 + 42$	$a^1 + 30$	$fis^1 + 36$	$a^1 + 30$	$fis^1 + 36$	
7	$h^1 + 16$	$a^1 + 11$	$g^{is^1} + 55$	$fis^1 + 38$	$a^1 + 22$	$fis^1 + 35$	$a^1 + 22$	$fis^1 + 35$	14
8	$h^1 - 3$	$a^1 + 5$	$g^{is^1} + 40$	$fis^1 + 40$	$a^1 + 10$	$fis^1 + 50$	$a^1 + 10$	$fis^1 + 50$	
9	$h^1 - 18$	$a^1 \pm 0$	$g^{is^1} + 40$	$fis^1 + 40$	$a^1 + 10$	$fis^1 + 48$	$a^1 + 10$	$fis^1 + 48$	16
10	$h^1 - 35$	$a^1 - 15$	$g^{is^1} + 40$	$fis^1 + 30$	$a^1 + 10$	$fis^1 + 30$	$a^1 + 10$	$fis^1 + 30$	
11	$h^1 - 3$	$a^1 + 10$	$g^{is^1} + 30$	$fis^1 + 35$	$a^1 + 10$	$fis^1 + 60$	$a^1 + 10$	$fis^1 + 60$	16
12	$h^1 + 28$	$a^1 - 6$	$g^{is^1} + 32$	$fis^1 + 48$	$a^1 + 32$	$fis^1 + 70$	$a^1 + 32$	$fis^1 + 70$	

№ тактов	Наименование интервалов	Ширина зоны в центах											
		18/XI 1947	19	20	16/1 1948	12/II	12	12	14	14	14	14	16
1	$cis^2 - a^1$	+10	± 0	-15	-18	± 0	-23	-11	- 5	± 0	+15	-10	+ 6
1-2	$a^1 - h^1$	-15	-40	-20	+ 2	± 0	-26	+ 5	- 8	-18	-20	-13	-34
2	$h^1 - a^1$	-15	-25	-30	+12	-20	-20	- 7	-18	-28	-40	- 3	+16
2	$a^1 - gis^1$	± 0	-15	-20	-12	-30	-14	-32	-25	-30	-35	-30	-20
2	$gis^1 - fis^1$	± 0	- 5	+ 2	+10	+ 9	- 6	+17	± 0	± 0	+10	- 5	-16
2-3	$fis^1 - a^1$	-20	-35	-38	+ 5	-11	-12	-16	-30	-30	-20	-25	-16
3	$a^1 - fis^1$	-10	-50	-30	- 3	- 3	- 6	-13	-40	-38	-20	-50	-38

Из табл. 15а видно, что у испытуемого № 9 ширина зоны б. терции $cis^2 - a^1$ равна 38 центам (от 372 до 410), б. секунды $a^1 - h^1 - 45$ центам (от 160 до 205), б. секунды $h^1 - a^1 - 56$ центам (от 160 до 216), м. секунды $a^1 - gis^1 - 35$ центам (от 65 до 100), б. секунды $gis^1 - fis^1 - 33$ центам (от 184 до 217), м. терции $fis^1 - a^1 - 43$ центам (от 262 до 305), м. терции $a^1 - fis^1 - 47$ центам (от 250 до 297).

Из табл. 15 видно, что у испытуемого № 9 ширина зоны, в пределах которой он интонирует звук a^1 , колеблется от 8 (опыт № 6) до 38 центов (опыт № 12) и в отдельных опытах равняется 20 (1), 30 (2), 20 (3), 10 (4), 30 (5), 8 (6), 12 (7), 10 (8), 10 (9), 25 (10), 10 (11) и 38 (12) центам; ширина зоны, в пределах которой он интонирует звук fis^1 , колеблется от 0 (опыт № 10) до 25 центов (опыт № 11) и в отдельных опытах равняется 10 (1), 15 (2), 8 (3), 8 (4), 8 (5), 6 (6), 3 (7), 10 (8), 8 (9), 0 (10), 25 (11) и 22 (12) центам.

Итак, опыты по интонированию интервалов в мелодии показали, что ширина интервальных зон при воспроизведении мелодии мало отличается от ширины интервальных зон при восприятии изолированных интервалов и что у большинства испытуемых имеется тенденция расширять б. секунду и суживать м. терцию.

УНИСОН КАК ЗВУЧАЩАЯ ЗОНА

Унисоном обычно называют созвучие, состоящее из двух или большего числа звуков одной и той же частоты. Это определение унисона не точно. Мы воспринимаем как унисон не только созвучия, состоящие из нескольких звуков одной и той же частоты, но и созвучия, состоящие из звуков различной, но близкой частоты.

Унисоны первого типа назовем (см. главу II) *физическими*, унисоны второго типа — *физиологическими*. Физический и физиологический унисоны воспринимаются как один звук определенной высоты. Но физический унисон почти ничем не отличается от одного звука, физиологический же унисон отличается тембровым богатством и биениями простого (при двух звуках) и сложного (при многих звуках) ритма и представляет собой новое качество.

Физический унисон может быть получен на специальных акустических аппаратах и на музыкальных инструментах с фиксированной высотой звуков (например, на фортепиано). В музыкальном искусстве он имеет ограниченное применение.

Физиологический унисон может быть воспроизведен на музыкальных инструментах и певческими голосами. В музыкальном искусстве он имеет широкое применение.

Физиологический унисон, состоящий из двух звуков, был исследован рядом авторов. Первым исследователем был, насколько известно, Бозанкет [4].

Пользуясь сконструированным им гармониемом с 53 звуками в пределах октавы, Бозанкет установил, что в среднем регистре «критический интервал», т. е. интервал, при котором начинается «расщепление» двухзвукового унисона, равен приблизительно двум синтоническим коммам (около 40 центов). Бозанкет производил свои опыты только с двумя лицами, поэтому полученные им результаты нельзя считать полноценными.

Наиболее полное исследование двухзвуковых унисонов было произведено Шефером и Гутманом [5]. Первые опыты

с расщеплением двухзвучового унисона были проведены этими авторами при помощи камертонов с подвижными грузами. Опыты показали, что расщепление унисонов $g^1 - g^1$, $d^2 - d^2$ и $g^2 - g^2$ начинается при разности частот в 12—15 гц (40—70 центов).

В своих дальнейших опытах Шефер и Гутман пользовались двумя тонометрами Ашпуна. Один из этих аппаратов давал возможность воспроизводить звуки от 400 до 600 гц с интервалами в 2 или 3 гц между соседними звуками; другой — звуки в пределах от 600 до 800 гц с интервалами в 5 гц между соседними звуками.

Опыты Шефера и Гутмана, проведенные с аппаратами Ашпуна, показали, что расщепление унисонов в 400, 500, 600, 700 и 800 гц начинается при разности частот в 10—15 гц (20—40 центов).

Неточность показаний, получаемых при помощи указанных выше тонометров Ашпуна, побудили Шефера и Гутмана использовать для своих дальнейших опытов тонвариаторы Штерна. При помощи этих аппаратов они исследовали унисоны в 300, 400, 600, 800, 1000 и 1200 гц.

Указанными авторами были исследованы также унисоны в 90 и 150 гц, но при помощи камертонов с подвижными грузами, так как столь низкие звуки посредством тонвариаторов Штерна получить не удавалось.

Опыты показали, что расщепление унисона начинается при разности частот:

- 1) в большой октаве (90 гц) в 10 гц (200 центов),
- 2) в малой октаве (150 гц) в 7 гц (100 центов),
- 3) в первой октаве (300, 400 гц) в 5—6 гц (30 центов),
- 4) во второй октаве (600, 800 гц) в 7 гц (20 центов),
- 5) в третьей октаве (1000, 1200 гц) в 8—9 гц (14—15 центов).

Вопросу о восприятии многозвучовых унисонов посвящена работа Балей [6]. Балей исследовал физиологические унисоны, в состав которых входило от 4 до 10 звуков. Балей пользовался тонометром Ашпуна, на котором можно было воспроизвести до 10 звуков в пределах 600 — 636.64 гц с интервалами от 2 до 4 гц между соседними звуками.

Опыты Балей показали, что созвучие воспринималось как унисон при воспроизведении:

- 1) шести звуков в пределах 600 — 620.45 гц,
- 2) восьми звуков в пределах 600 — 628.51 гц,
- 3) десяти звуков в пределах 600 — 636.64 гц.

Так как разность частот у звуков в 600 и 636.64 гц равна 36.64 гц и этой разности частот в начале 2-й октавы (600 — 636.64 гц) соответствует полутон, то из опытов Балей следует, что полутон (м. секунда), заполненный десятью звуками на

расстоянии от 2 до 4 гц друг от друга, воспринимался в опытах Балея как унисон.

Но м. секунда, как известно, есть диссонанс, унисон же — консонанс. Этот парадокс Балея объясняет тем, что для восприятия диссонанса требуется различие входящих в него звуков по высоте (утверждение Штумпфа). Это различие становится невозможным, если полутон заполнен большим количеством звуков, отличающихся друг от друга по высоте на весьма малую величину.

Из изложенного можно сделать следующие выводы:

1. «Критический интервал» двухзвукового унисона в различных октавах имеет различную величину. Наибольшую величину (200 центов) «критический интервал» имеет в большой октаве, наименьшую (14 центов) в третьей октаве. Таким образом, величина «критического интервала» уменьшается от большой октавы к третьей.

2. В начале второй октавы созвучие, состоящее из десяти близких по высоте (по частоте) звуков, в пределах полутона воспринимается как унисон.

Описанные опыты Балея по восприятию многозвуковых унисонов проводились с изолированными унисонами, воспроизводимыми на акустических аппаратах в лабораторных условиях, поэтому мы не сочли возможным распространить выводы, сделанные указанным исследователем, на унисоны, воспринимаемые при исполнении музыкальных произведений.

Гораздо большее значение имеет исследование унисонов, воспроизводимых и воспринимаемых при исполнении музыкальных произведений.

Соответствующие опыты были проведены нами со студенческим хором Московской консерватории. Хор, состоявший из 60 человек, был разделен на четыре группы по голосам (сопрано, альт, тенор, бас). Каждой группе было предложено пропеть в унисон четыре первых такта народной песни «Эй, ухнем». (Сопрано и тенора пели мелодию в тональности a-moll, альты и басы в тональности e-moll.)

Все четыре исполнения были записаны на целлулоидный диск при помощи звукозаписывающего аппарата. Для расшифровки записи был использован метод, разработанный в акустической лаборатории Московской консерватории ст. научным сотрудником С. Г. Корсунским и состоящий в следующем. Унисоны, записанные на целлулоидный диск, переписывались на кольцо «удлинителя звука» и поступали затем в микрофон хроматического стробоскопа. При помощи этого электрического аппарата, дающего возможность измерять высоту любого звука в пределах 40 — 4000 гц с точностью до 1 цента, определялись звуковысотные границы исследуемого унисона

(максимальная и минимальная высота входящих в него звуков. Унисоны расшифровывались (автором, С. Г. Корсунским и О. Е. Сахалтуевой) несколько раз подряд во избежание случайных показаний).

Полученные средние результаты приведены в помещенных ниже примерах.

Пример 1

Сопрано



Тенора (октавой ниже).

Пример 2

Альты



Басы (октавой ниже).

В этих примерах цифры, поставленные над и под нотным станом, обозначают ширину соответствующих унисонов (в центах), воспроизводимых сопрано (верхний ряд чисел в примере 1) и тенорами (нижний ряд), альтами (верхний ряд чисел в примере 2) и басами (нижний ряд). *

Цифры показывают, что ширина зоны унисона колеблется: 1) у сопрано от 40 центов (d^2 третьего такта) до 140 центов (d^2 четвертого такта),

2) у альтов от 0 центов (a^1 третьего такта) до 130 центов (e^1 второго такта),

3) у теноров от 0 центов (c^2 первого и второго тактов, d^2 второго и третьего тактов, a^1 второго такта) до 90 центов (a^1 первого такта),

4) у басов от 0 центов (e^1 первого и четвертого тактов, c^2 третьего такта) до 70 центов (a^1 четвертого такта).

Если принять во внимание то, что во время исполнения хоровыми группами названной выше мелодии ни один из ру-

* Унисоны, над и под которыми цифры отсутствуют, расшифровать не удалось.

ководителей хора не сделал замечаний относительно «нечистоты» унисонов, то можно сделать вывод, что в хоре унисоны шириной в 120, 130 и 140 центов вполне приемлемы.

Результаты наших исследований ширины унисонов, воспроизводимых многими голосами при исполнении мелодии, показывают, что ширина унисона в 100 центов, полученная Балеем в лабораторных условиях, не будет предельной. Наши результаты очень близки к результатам, полученным Тиффином, Метфесселем, Г. Сишором и К. Сишором [7], исследовавшими ширину певческого вибрато, т. е. периодического изменения высоты воспроизводимого вокалистами звука около некоторого среднего ее значения.

Указанные лица установили, что ширина вибрато даже у выдающихся вокалистов (Шаляпин, Карузо, Галли Курчи) колеблется в пределах 40—160 центов.

Так как унисон можно рассматривать как «зону, звучащую в одновременности», а вибрато как «зону, звучащую в разновременности», то совпадение результатов, полученных нами при исследовании хоровых унисонов, и результатов, полученных американскими психологами при исследовании певческого вибрато, следует признать весьма показательным.

ЗОННАЯ ПРИРОДА ТОНАЛЬНОГО СЛУХА

Если в музыкальном произведении существует созвучие, которое объединяет все другие созвучия и звуки этого произведения, то говорят, что оно имеет тональность. В зависимости от того, на какой ступени современной музыкальной шкалы находится указанное выше созвучие, тональность получает различные названия: С, D, E, F и т. д.

В связи с этим тональный слух можно определить как способность узнавать и называть тональность исполняемого музыкального произведения (пассивный тональный слух) и воспроизводить голосом или на музыкальном инструменте с нефиксированной высотой звуков музыкальное произведение в заданной тональности (активный тональный слух), не сопоставляя его с каким-либо воспроизведенным созвучием или звуком, высота которого известна. Из определения тонального слуха следует, что он представляет собой разновидность абсолютного слуха.

Настоящее исследование имело целью выяснить, обладает ли тональный слух зонной природой, и если обладает, то какова ширина зоны, в пределах которой тональность музыкального произведения остается неизменной. Чтобы решить этот вопрос, необходимо иметь возможность плавно изменять высоту музыкального произведения. Нетрудно понять, что эта операция осуществима только при помощи звукозаписи.

Абрагам, пытавшийся выяснить изменение характера тональности в связи с изменением ее высоты, использовал звукозапись. Однако фонограф, которым он пользовался для указанной выше цели, совершенно непригоден для исследования тонального слуха.

Способ, при помощи которого происходит изменение высоты тональности на фонографе (механическое торможение), очень груб, а измерение скорости вращения валика на нем невозможно.

Чтобы осуществить плавное изменение высоты музыкального произведения и точно определить его (в центах), мы использовали агрегат аппаратуры, разработанный С. Г. Корсунским и собранный в акустической лаборатории Московской консерватории. Агрегат состоит из генератора звуковой частоты, мощного (50-ватного) усилителя, металлического диска, приводимого во вращательное движение при помощи синхронного мотора, адаптера, второго усилителя, репродуктора и хроматического стробоскопа.

Агрегат действует следующим образом. Переменный ток, идущий из генератора и усиленный мощным усилителем, поступает в синхронный мотор. В зависимости от регулируемой частоты поступающего в мотор тока мотор вращается с той или иной скоростью. Скорость может изменяться совершенно плавно, что дает возможность плавно изменять высоту записанного на граммпластинке музыкального произведения. Колебания, снимаемые с помещенной на диске граммпластинки адаптером, поступают через второй усилитель в репродуктор и превращаются в звуковые. Изменения скорости вращения граммпластинки, а следовательно, и изменение высоты тональности определяется посредством хроматического стробоскопа.

При помощи описанного выше агрегата нами был произведен ряд опытов с пассивным и с активным тональным слухом.

Опыты с пассивным тональным слухом состояли в следующем. Испытуемым предлагалось прослушать воспроизведенное музыкальное произведение и определить, является ли его тональность нормальной, повышенной или пониженной. Было предложено четыре музыкальных произведения: Ч а й к о в с к и й, Вальс (fis-moll) в исполнении проф. А. Б. Гольденвейзера; Ш у м а н, «Май» (E-dur) в исполнении проф. Е. А. Бекман-Щербины; Ш у м а н, «Первая утрата» (e-moll) в том же исполнении; Р а х м а н и н о в, «Прелюдия» (g-moll) в исполнении проф. Флиера.

Испытуемыми были четыре высококвалифицированных музыканта. С испытуемым № 1 было проведено 13 сеансов, с № 2 — девять, с № 3 — семь и с № 4 — два. В течение каждого сеанса испытуемые прослушивали все четыре музыкальных произведения. С каждым испытуемым сеансы проводились не чаще одного раза в неделю. Музыкальные произведения воспроизводились в объективно нормальной тональности (при $a^1 = 440$ гц) и в тональности, измененной по высоте на ± 25 , ± 50 и ± 75 центов.

Результаты опытов с пассивным тональным слухом приведены в табл. 16—31.

Таблица 16

Испытуемый № 2. Чайковский, «Вальс».

Тональность fis-moll

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемых	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемых	Дата опыта
fis-moll \pm 0	Нормальная fis-moll	11/I 1946	fis-moll +50	Очень высокая fis-moll	6/III 1946
fis-moll +50	Очень высокая fis-moll	23	fis-moll -50	Повышенная f-moll	13
fis-moll -50	Высокая f-moll	30	fis-moll +75	Очень высокая fis-moll	20
fis-moll +75	Очень низкая g-moll	6/II	fis-moll -75	Нормальная f-moll	27
fis-moll -75	Нормальная f-moll	13	fis-moll +25	Близкая к норме fis-moll	3/IV
fis-moll +25	Слегка повышенная fis-moll	20	fis-moll -25	Близкая к норме fis-moll	17
fis-moll -25	Почти нормальная fis-moll	27			

Таблица 17

Испытуемый № 2. Шуман, «Май».

Тональность E-dur

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
E-dur - 50	Низкая E-dur	11/I 1946	E-dur + 50	Очень высокая E-dur	6/III 1946
E-dur + 50	Тональность средняя между E-dur и F-dur	23	E-dur - 75	Слегка повышенная Es-dur	13
E-dur - 75	Нормальная Es-dur	30	E-dur \pm 0	Чуть повышенная E-dur	20
E-dur \pm 0	Нормальная E-dur	6/II	E-dur \pm 0	Нормальная E-dur	27
E-dur \pm 0	Нормальная E-dur	13	E-dur - 25	Слегка пониженная E-dur	3/IV
E-dur + 25	Слегка повышенная E-dur	20	E-dur + 75	Пониженная F-dur	17
E-dur + 75	Сильно пониженная F-dur	27			

Испытуемый № 2. Шуман, «Первая утрата».
Тональность e-moll

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
e-moll — 50	Низкая e-moll	11/I 1946	e-moll ± 0	Чуть пониженная e-moll	6/III 1946
e-moll ± 0	Нормальная e-moll	23	e-moll + 50	Слегка повышенная e-moll	13
e-moll + 50	Высокая e-moll	30	e-moll — 75	Слегка повышенная es-moll	20
e-moll — 75	Нормальная es-moll	6/II	e-moll — 25	Чуть пониженная e-moll	27
e-moll — 25	Чуть пониженная e-moll	13	e-moll + 25	Чуть пониженная, почти нормальная e-moll	3/IV
e-moll + 25	Чуть повышенная e-moll	20	e-moll + 75	Очень низкая f-moll	17
e-moll + 75	Очень низкая f-moll	27			

Из табл. 16—19 видно, что испытуемый № 2 в подавляющем большинстве опытов воспринимал тональность как нормальную, если она сдвинута по высоте относительно объективно нормальной тональности (± 0 , $a^1 = 440$ гц) на ± 25 центов. Если тональность сдвинута по высоте относительно объективно нормальной на ± 50 центов, то испытуемый воспринимал ее преимущественно как сильно повышенную или сильно пониженную. Если тональность сдвинута по высоте относительно объективно нормальной на ± 75 центов, то испытуемый, за редкими исключениями, воспринимал другую тональность.

Таблица 19

Испытуемый № 2. Рахманинов, «Прелюдия».
Тональность g-moll

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
g-moll \pm 0	Нормальная g-moll	11/I 1946	g-moll - 50	Очень высокая fis-moll	6/III 1946
g-moll - 50	Слегка повышенная fis-moll	23	g-moll + 50	Слегка повышенная, почти нормальная g-moll	13
g-moll + 50	Высокая g-moll	30	g-moll \pm 0	Нормальная g-moll	20
g-moll \pm 0	Чуть пониженная g-moll	6/II	g-moll + 75	Очень высокая g-moll	27
g-moll + 75	Очень высокая g-moll	13	g-moll - 25	Очень высокая fis-moll	3/IV
g-moll - 25	Очень высокая fis-moll	20	g-moll + 25	Слегка пониженная g-moll	17
g-moll + 25	Очень низкая gis-moll	27			

Таблица 20

Испытуемый № 1. Чайковский, «Вальс».
Тональность fis-moll

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
fis-moll \pm 0	Низкая g-moll	22/II 1946	fis-moll - 75	Нормальная f-moll	4/IV 1946
fis-moll + 50	Нормальная fis-moll	28	fis-moll - 75	Нормальная f-moll	11
fis-moll \pm 0	Нормальная fis-moll	7/III	fis-moll + 50	Нормальная g-moll	10/V
fis-moll - 50	Нормальная f-moll	21	fis-moll + 75	Нормальная g-moll	16
fis-moll + 75	Нормальная g-moll	28			

Испытуемый № 1. Шуман, «Май».

Тональность E-dur

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
E-dur + 50	Нормальная E-dur	22/II 1946	E-dur ± 0	Нормальная E-dur	4/IV 1946
E-dur + 50	Нормальная E-dur	28	E-dur ± 0	Нормальная E-dur	11
E-dur — 50	Нормальная E-dur	7/III	E-dur + 50	Нормальная E-dur	10/V
E-dur ± 0	Нормальная E-dur	21	E-dur ± 0	Нормальная E-dur	16
E-dur ± 0	Нормальная E-dur	28			

Испытуемый № 1. Шуман, «Первая утрата».

Тональность e-moll

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
e-moll ± 0	Нормальная e-moll	22/II 1946	e-moll — 25	Нормальная e-moll	4/IV 1946
e-moll ± 0	Очень низкая f-moll	28	e-moll + 25	Нормальная e-moll	11
e-moll — 50	Пониженная e-moll	7/III	e-moll ± 0	Нормальная e-moll	10/V
e-moll — 25	Нормальная e-moll	21	e-moll — 75	Низкая e-moll	16
e-moll — 75	Нормальная Es-moll	28			

Испытуемый № 1. Рахманинов, «Прелюдия».
Тональность g-moll

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
g-moll - 50	Низкая g-moll	22/II 1946	g-moll + 75	Нормальная gis-moll	4/IV 1946
g-moll - 50	Нормальная g-moll	28	g-moll + 75	Нормальная gis-moll	11
g-moll ± 0	Нормальная g-moll	7/III	g-moll - 50	Пониженная g-moll	10/V
g-moll + 50	Средняя между g-moll и gis-moll	21	g-moll + 50	Нормальная g-moll	16
g-moll + 25	Нормальная g-moll	28			

Таблица 24

Испытуемый № 4. Чайковский, «Вальс».
Тональность fis-moll

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
fis-moll + 50	Слегка пониженная g-moll	26/III 1946	fis-moll - 50	Нормальная f-moll	16/IV 1946
fis-moll - 50	Пониженная fis-moll	2/IV	fis-moll - 75	Немного повышенная f-moll	23
fis-moll + 75	Нормальная g-moll	5	fis-moll - 50	Немного повышенная f-moll	10/V
fis-moll - 75	Сильно повышенная f-moll	9			

Испытуемый № 4. Шуман, «Май».

Тональность E-dur

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
E-dur — 50	Нормальная E-dur	26/III 1946	E-dur — 75	Повышенная Es-dur	16/IV 1946
E-dur + 75	Повышенная F-dur	2/IV	E-dur ± 0	Немного пониженная E-dur	23
E-dur ± 0	Немного пониженная E-dur	5	E-dur — 75	Немного повышенная Es-dur	10/V
E-dur ± 0	Немного пониженная E-dur	9			

Испытуемый № 4. Шуман, «Первая утрата».

Тональность e-moll

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
e-moll ± 0	Нормальная e-moll	26/III 1946	e-moll + 50	Немного повышенная e-moll	16/IV 1946
e-moll + 50	Нормальная e-moll	2/IV	e-moll — 25	Немного пониженная e-moll	23
e-moll — 75	Нормальная es-moll	5	e-moll + 50	Нормальная e-moll	10/V
e-moll — 25	Нормальная e-moll	9			

Испытуемый № 4. Рахманинов, «Прелюдия».
Тональность g-moll

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
g-moll + 50	Повышенная g-moll	26/III 1946	g-moll - 50	Немного пониженная g-moll	16/IV 1946
g-moll + 50	Немного повышенная g-moll	2/IV	g-moll - 75	Сильно пониженная g-moll	23
g-moll ± 0	Очень пониженная g-moll	5	g-moll ± 0	Нормальная g-moll	10/V
g-moll + 75	Сильно повышенная g-moll	9			

Таблица 28

Испытуемый № 3. Чайковский, «Вальс».
Тональность fis-moll

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
fis-moll ± 0	Нормальная fis-moll	6/III 1946	fis-moll + 75	Нормальная g-moll	11/IV 1946
fis-moll + 50	Низкая g-moll	13	fis-moll + 75	Нормальная g-moll	18
fis-moll - 50	Низкая fis-moll	20			

Из табл. 20—23 видно, что в большинстве случаев испытуемый № 1 воспринимал тональность как нормальную, если она была сдвинута по высоте относительно объективно нормальной на ±50 центов. Если же тональность была сдвинута по высоте относительно объективно нормальной на ±75 центов, то испытуемый, за немногими исключениями, воспринимал другую тональность.

Из табл. 24—27 видно, что в большинстве случаев испытуемый № 4 воспринимал тональность, сдвинутую по высоте относительно объективно нормальной на ± 50 центов, как нормальную или слегка повышенную или пониженную. Если же тональность была сдвинута по высоте относительно объективно нормальной на ± 75 центов, то испытуемый воспринимал другую тональность.

Таблица 29

Испытуемый № 3, Шуман. «Май».

Тональность E-dur

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
E-dur — 50	Нормальная E-dur	6/III 1946	E-dur ± 0	Чуть пониженная E-dur	11/IV 1946
E-dur + 50	Низкая F-dur	13	E-dur ± 0	Повиженная E-dur	18
E-dur — 75	Нормальная Es-dur	20			

Таблица 30

Испытуемый № 3. Шуман, «Первая утрата».

Тональность e-moll

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
e-moll — 50	Нормальная e-moll	6/III 1946	e-moll — 75	Нормальная es-moll	11/IV 1946
e-moll ± 0	Нормальная e-moll	13	e-moll — 75	Высокая es-moll	18
e-moll + 50	Нормальная e-moll	20			

Испытуемый № 3. Рахманинов, «Прелюдия».

Тональность g-moll

Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта	Заданная высота тональности в центах	Ответы испытуемого	Дата опыта
g-moll \pm 0	Нормальная g-moll	6/III 1946	g-moll + 25	Нормальная g-moll	11/IV 1946
g-moll - 50	Нормальная g-moll	13	g-moll \pm 0	Нормальная g-moll	18
g-moll + 50	Нормальная g-moll	20			

Из табл. 28—31 видно, что в большинстве случаев испытуемый № 3 воспринимал тональность как нормальную, если она была сдвинута по высоте относительно объективно нормальной на ± 50 центов. Если же тональность была сдвинута по высоте относительно объективно нормальной на ± 75 центов, то испытуемый *всегда* воспринимал другую тональность.

Итак, опыты с пассивным тональным слухом показали, что:

1) ширина зоны, в пределах которой испытуемые воспринимают тональность как *нормальную*, колеблется от 50 до 100 центов;

2) эта ширина меняется в зависимости от индивидуальности испытуемого, а также от его психического состояния во время опыта.

Таблица 32

Испытуемый № 2. Бетховен, 2-я часть 5-й симфонии.

Тональность As-dur, $a^1 = 450$ гц

Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта	Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта
As-dur \pm 0 . . .	2/I 1947	As-dur - 10 . . .	11/IV 1947
As-dur - 15 . . .	28/II	As-dur - 5 . . .	18
As-dur + 40 . . .	14/III	As-dur \pm 0 . . .	25
As-dur \pm 0 . . .	28	As-dur + 30 . . .	30/V
As-dur + 5 . . .	4/IV		

Ширина зоны 55 центов (от - 15 до + 40).

Испытуемый № 2.

А. Рубинштейн, Хор из оперы «Демон».

Тональность Es-dur, $a^1 = 445$ гц

Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта	Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта
Es-dur + 25 . . .	2/I 1947	Es-dur + 10 . . .	11/IV 1947
Es-dur + 5 . . .	28/II	Es-dur + 25 . . .	18
Es-dur + 50 . . .	14/III	Es-dur + 35 . . .	25
Es-dur + 20 . . .	28	Es-dur + 55 . . .	30/V
Es-dur + 5 . . .	4/IV		

Ширина зоны 50 центов (от + 5 до + 55),

Таблица 34

Испытуемый № 2. Чайковский, «Песня без слов».

Тональность F-dur, $a^1 = 440$ гц

Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта	Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта
F-dur + 30 . . .	2/I 1947	F-dur + 40 . . .	11/IV 1947
F-dur + 15 . . .	28/II	F-dur + 55 . . .	18
F-dur + 60 . . .	14/III	F-dur + 35 . . .	25
F-dur + 50 . . .	28	F-dur + 65 . . .	30/V
F-dur + 40 . . .	4/IV		

Ширина зоны 50 центов (от + 15 до + 65).

Таблица 35

Испытуемый № 2. Чайковский, «Вальс»

Тональность fis-moll, $a^1 = 440$ гц

Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта	Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта
fis-moll - 10 . . .	2/I 1947	fis-moll + 25 . . .	11/IV 1947
fis-moll + 20 . . .	28/II	fis-moll + 20 . . .	18
fis-moll + 45 . . .	14/III	fis-moll + 40 . . .	25
fis-moll + 25 . . .	28	fis-moll + 55 . . .	30/V
fis-moll + 25 . . .	4/IV		

Ширина зоны 65 центов (от - 10 до + 55).

Испытуемый № 3. Бетховен, 2-я часть 5-й симфонии.
Тональность As-dur, $a^1 = 450$ гц

Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта	Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта
As-dur + 20 . . .	6/XI 1946	As-dur ± 0 . .	25/XII 1946
As-dur + 10 . . .	27	As-dur - 90 . .	26/II 1947
As-dur - 70 . . .	6/XII	As-dur - 50 . .	20/III
As-dur - 60 . . .	11	As-dur + 50 . .	30/IV

Ширина зоны 140 центов (от - 90 до + 50).

Наши опыты с активным тональным слухом состояли в следующем. Испытуемым предлагалось, пользуясь описанным выше агрегатом, воспроизвести музыкальное произведение в той тональности, в которой оно сочинено автором. Было предложено четыре музыкальных произведения: Бетховен, 2-я часть (As-dur) 5-й симфонии в исполнении Берлинского оперного оркестра; Рубинштейн, Хор из оперы «Демон» (Es-dur) в исполнении хора и оркестра ГАБТ; Чайковский, «Песня без слов» (F-dur) в исполнении проф. Д. Ф. Ойстраха; Чайковский, «Вальс» (fis-moll) в исполнении проф. А. Б. Гольденвейзера.

Испытуемыми были три высококвалифицированных музыканта. С испытуемым № 2 было проведено девять сеансов, с № 3 — восемь, с № 5 — семь.

Испытуемый № 3.
А. Рубинштейн, Хор из оперы «Демон».
Тональность Es-dur, $a^1 = 445$ гц

Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта	Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта
Es-dur + 35 . . .	6/XI 1946	Es-dur + 35 . .	25/XII 1946
Es-dur - 10 . . .	27	Es-dur - 40 . .	26/II 1947
Es-dur - 40 . . .	6/XII	Es-dur + 90 . .	20/III
Es-dur - 60 . . .	11	Es-dur + 30 . .	30/IV

Ширина зоны 150 центов (от - 60 до + 90).

Испытуемый № 3. Чайковский, «Песня без слов».
Тональность F-dur, $a^1 = 440$ гц

Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта	Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта
F-dur — 30 . . .	6/XI 1946	F-dur ± 0 . . .	25/XII 1946
F-dur — 20 . . .	27	F-dur — 45 . . .	26/II 1947
F-dur — 15 . . .	6/XII	F-dur — 40 . . .	20/III
F-dur — 15 . . .	11	F-dur — 10 . . .	30/IV

Ширина зоны 45 центов (от — 45 до ± 0).

В течение каждого сеанса испытуемые (кроме № 5) воспроизводили в соответствующей тональности все четыре музыкальных произведения. Испытуемый № 5 воспроизводил только три произведения. Воспроизводить хор из оперы «Демон» в соответствующей тональности испытуемый № 5 отказался, так как находил, что в исполнении указанного произведения не существует интонационного единства между хором и оркестром. Музыкальные произведения были записаны на граммпластинку при различной частоте камертона a^1 .

Результаты опытов с активным тональным слухом приведены в табл. 32—42.

Испытуемый № 3. Чайковский, «Вальс».
Тональность fis-moll, $a^1 = 440$ гц

Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта	Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта
fis-moll ± 0 . .	6/XI 1946	fis-moll — 40 . .	25/XII 1946
fis-moll — 15 . .	27	fis-moll — 90 . .	26/II 1947
fis-moll — 25 . .	6/XII	fis-moll + 90 . .	20/III
fis-moll — 35 . .	11	fis-moll + 75 . .	30/IV

Ширина зоны 180 центов (от — 90 до + 90).

Таблица 40

Испытуемый № 5. Бетховен, 2-я часть 5-й симфонии.
Тональность As-dur, $a^1 = 450$ гц

Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта	Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта
As-dur ± 0 .	11/XII 1946	As-dur ± 0 . . .	28/IV 1947
As-dur ± 0 .	19	As-dur ± 5 . . .	5/V
As-dur ± 0 .	31/III 1947	As-dur $- 5$. . .	12
As-dur ± 10 .	21/IV		

Ширина зоны 15 центов (от $- 5$ до $+ 10$).

Таблица 41

Испытуемый № 5. Чайковский, «Песня без слов».
Тональность F-dur, $a^1 = 440$ гц

Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта	Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта
F-dur $+ 20$. .	11/XII 1946	F-dur $+ 15$. . .	28/IV 1947
F-dur $+ 20$. .	19	F-dur $+ 55$. . .	5/V
F-dur $+ 55$. .	31/III 1947	F-dur $+ 65$. . .	12
F-dur $+ 60$. .	21/IV		

Ширина зоны 50 центов (от $+ 15$ до $+ 65$).

Таблица 42

Испытуемый № 5. Чайковский, «Вальс».
Тональность fis-moll, $a^1 = 440$ гц

Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта	Высота тональности, настроенная испытуемым, в центах	Дата опыта
fis-moll $+ 10$.	11/XII 1946	fis-moll ± 0 . .	28/IV 1947
fis-moll $+ 10$.	19	fis-moll $+ 55$. .	5/V
fis-moll $+ 40$.	31/III 1947	fis-moll $+ 55$. .	12
fis-moll $+ 65$.	21/IV		

Ширина зоны 65 центов (от ± 0 до $+ 65$).

Из табл. 32—42 видно, что:

1. У испытуемого № 2 ширина тональной зоны колеблется между 50 и 65 центами, т. е. невелика и очень устойчива.

2. У испытуемого № 3 ширина тональной зоны колеблется между 45 и 180 центами. Так как для трех (из четырех) произведений ширина тональной зоны колеблется у испытуемого № 3 от 140 до 180 центов, то ширину тональной зоны следует признать у него сравнительно большой.

3. У испытуемого № 5 ширина тональной зоны колеблется между 15 и 65 центами, т. е. сравнительно невелика. Небольшую ширину тональной зоны для 2-й части 5-й симфонии Бетховена, как мне кажется, можно объяснить тем, что испытуемый № 5 — дирижер.

Итак, можно сделать следующие выводы.

1. Тональный слух имеет зонную природу.

2. «Тональная зона» имеет довольно значительную ширину. В наших опытах она колебалась преимущественно в пределах 50—180 центов. Эти колебания зависят от индивидуальности испытуемого и от психического состояния его во время опыта.

3. Нормальными (художественно приемлемыми) тональностями одни испытуемые считали все тональности в пределах зоны в 50 центов, т. е. в пределах ± 25 центов относительно объективно нормальной тональности (± 0 , $a^1 = 440$ гц), другие — в пределах 100 центов, т. е. в пределах ± 50 центов относительно объективно нормальной тональности (приблизительно).

4. При сравнении тонального слуха испытуемых № 2 и № 3 с их абсолютным слухом оказалось; что у № 2 «тональная» и «звуковая» зоны значительно уже, чем у № 3.

5. Испытуемые № 1 и № 2 определяли тональность, сдвинутую по высоте на 50 центов, всегда как среднюю между соседними тональностями, и никогда как тональность с новой индивидуальностью.

Глава VII

СТРОЙ МЕЛОДИИ, ИСПОЛНЯЕМОЙ НА МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТАХ С НЕФИКСИРОВАННОЙ ВЫСОТОЙ ЗВУКОВ

Современная музыкальная наука определяет строй как совокупность частотных отношений между звуками, объединенными каким-либо *математическим* принципом.

Общеизвестны строи: двенадцатизвуковой равномерно-теперированный, пифагоров и чистый.

Таким образом, до последнего времени музыкальная наука знала только математические строи, т. е. строи, в которых высотные отношения между звуками выражаются числами. В связи с этим многие авторы пытались выяснить, в каком математическом строе исполняются музыкальные произведения на музыкальных инструментах с нефиксированной высотой звуков. Наибольшего внимания заслуживают работы Рабиновича [8] и Грина [9].

Оба исследователя пользовались осциллографическим методом и анализировали строй небольших мелодических отрывков, исполняемых на скрипке. Вывод, к которому они пришли, можно сформулировать так: скрипачи не исполняют мелодии в каком-либо общеизвестном математическом строе, у них наблюдается лишь тенденция к пифагорову строю. Эта тенденция проявляется в том, что скрипачи в большинстве случаев воспроизводят хроматический полугон шире диатонического, увеличенную кварту шире уменьшенной квинты и т. д.

Результаты этих исследований нельзя считать окончательными. Осциллографический метод, ими применявшийся, не допускает звуковысотной расшифровки мелодий с аккомпанементом. В их опытах скрипачи исполняли мелодические отрывки в лабораторных условиях и знали заранее, что их исполнение будет подвергнуто звуковысотной расшифровке. Кроме того, эти исследователи не имели возможности исследовать игру выдающихся скрипачей-исполнителей.

В акустической лаборатории Московской консерватории был разработан новый метод звуковысотной расшифровки музыкальных произведений, свободный от указанных выше дефектов. Он заключается в следующем.

Граммпластинка с записью мелодии устанавливается на электропатефоне с синхронным мотором (обеспечивающим стабильную скорость вращения пластинки). При помощи адаптера и усилителя отдельные звуки мелодии переписываются на удлинители звука, и высота их определяется при помощи хромагического стробоскопа.

Пользуясь описанной выше установкой, Корсунский [10] подверг звуковысотному анализу двенадцать первых тактов арии Баха из оркестровой сюиты D-dur (переложение для скрипки с фортепиано Вильгельми. См. нотный пример № 3).

Этот отрывок был выбран по таким соображениям: он исполняется в медленном темпе, заключает в себе большое число звуков значительной длительности, состоит из двух частей, из которых вторая представляет точное повторение первой, записан на граммпластинках в исполнении нескольких скрипачей.

Пример 3



Корсунский пользовался записью мелодии в исполнении Ойстраха, Эльмана и Цимбалиста.

Интервалы мелодии были измерены Корсунским с точностью до ± 5 центов, так как эту точность измерения допускала описанная выше аппаратура. Такая точность вполне достаточна, так как даже для развитого звуковысотного слуха порог различения двух звуков по высоте равен 5—6 центам. Величина интервала определялась следующим образом. При помощи хромагического стробоскопа измерялась высота каждого звука, входящего в состав последовательного интервала. Если звук воспроизводился с вибрато, то сначала определялись высотные границы вибрато. Когда после многократных измерений эти границы были точно определены, вычислялась средняя высота вибрирующего звука. Высота звуков, воспроизведенных исполнителями, определялась по отношению к высоте этих звуков в двенадцатизвуковом равномернотемперированном

строе (при $a^1 = 440$ гц), которая обозначалась ± 0 . Отклонение высоты звука, воспроизведенного исполнителем, от соответствующего темперированного звука обозначалось цифрами со знаком плюс или минус, которые показывали, на сколько центов звук, воспроизведенный исполнителем, выше (+) или ниже (—) темперированного. Когда высота звуков, образующих исследуемый интервал, была точно установлена (измерение высоты звука производилось несколько раз), величина интервала определялась путем расчета.

Корсунский измерил высоту почти всех звуков указанного выше отрывка мелодии и рассчитал величину почти всех незаполненных интервалов (интервалов, образованных соседними звуками) и некоторых заполненных. Результаты его измерений приведены в табл. 43—45.

Чтобы судить о математическом строе, в котором Ойстрах, Эльман и Цимбалист исполняли отрывок мелодии, нужно сравнить величины интервалов, воспроизведенных названными скрипачами, с теоретическими величинами тех же интервалов в двенадцатизвуковом равномернотемперированном, пифагоровом и чистом строе (табл. 46).

Выше было указано, что аппаратура, при помощи которой Корсунский измерял величину интервалов, допускала точность измерения в ± 5 центов, поэтому темперированными, пифагоровыми и чистыми интервалами в табл. 43, 44 и 45 следует считать все интервалы, которые отличаются по величине от соответствующих на ± 5 центов.

Из 65 интервалов, воспроизведенных Ойстрахом и расшифрованных Корсунским (табл. 43), 25 интервалов (№ 3, 4, 5, 12, 15, 17, 19, 20, 21, 24, 28, 29, 30, 32, 38, 40, 42, 46, 50, 54, 55, 56, 61, 63 и 65) можно считать темперированными, 19 (№ 3, 4, 5, 9, 12, 15, 16, 17, 24, 28, 29, 32, 35, 42, 43, 49, 50, 56 и 65) — пифагоровыми, 15 (№ 4, 12, 15, 17, 31, 32, 37, 47, 49, 50, 54, 56, 62, 64 и 65) — чистыми. Остальные 30 интервалов (№ 1, 2, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 18, 22, 23, 25, 26, 27, 33, 34, 36, 39, 41, 44, 45, 48, 51, 52, 53, 57, 58, 59 и 60) не принадлежат ни к одному из общеизвестных математических строев.*

Из 66 интервалов, воспроизведенных Эльманом и расшифрованных Корсунским (табл. 44), 27 интервалов (№ 2, 3, 7, 9, 11, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 23, 28, 29, 30, 34, 35, 39, 41, 42, 49, 50, 51, 52, 56, 59 и 65) можно считать темперированными,

* Так как некоторые интервалы, воспроизведенные Ойстрахом, могут быть причислены к двум или даже к трем общеизвестным математическим строям, то при подсчете количества интервалов они учитывались в каждом строе. Аналогично мы поступали при подсчете интервалов, воспроизведенных Эльманом и Цимбалистом (см. ниже).

Исполнитель — проф. Ойстрах

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала	Величина интервала в центах	Отклонение интервала от темпированного	№ п/п	№ тактов	Наименование интервала	Величина интервала в центах	Отклонение интервала от темпированного
1	1—2	$e^1 - a^1$	480	-20	34	7—8	$e^1 - a^1$	490	-10
2	2	$a^1 - f^1$	420	+20	35	8	$a^1 - f^1$	410	+10
3		$f^1 - d^1$	295	-5	36		$f^1 - d^1$	310	+10
4		$d^1 - c^1$	200	± 0	37		$d^1 - c^1$	180	-20
5		$c^1 - h$	95	-5	38		$c^1 - h$	105	+5
6		$h - c^1$	85	-15	39		$h - c^1$	75	-25
7		$a - g$	190	-10	40		$a - g$	195	-5
8	2—3	$g - g^1$	1190	-10	41	8—9	$g - g^1$	1215	+15
9	3	$g^1 - e^1$	290	-10	42	9	$g^1 - e^1$	295	-5
10		$e^1 - b$	625	+25	43		$e^1 - b$	615	+15
11		$b - a$	65	-35	44		$b - a$	70	-30
12		$a - d^1$	495	-5	45		$a - d^1$	490	-10
13		$d^1 - cis^1$	85	-15	46		$d^1 - cis^1$	100	± 0
14		$cis^1 - g^1$	565	-35	47	9	$cis^1 - g^1$	635	+35
15		$g^1 - f^1$	200	± 0	48		$g^1 - f^1$	215	+15
16	4	$f^1 - d^1$	290	-10	49	10	$f^1 - d^1$	290	-10
17		$d^1 - a$	495	-5	50		$d^1 - a$	500	± 0
18		$a - g$	190	-10	51		$a - g$	190	-10
19		$g - c^1$	505	+5	52		$g - c^1$	470	-30
20		$c^1 - h$	100	± 0	53		$c^1 - h$	80	-20
21		$h - f^1$	600	± 0	54		$h - f^1$	605	+5
22		$f^1 - e^1$	85	-15	55		$f^1 - e^1$	100	± 0
23	5	$e^1 - fis^1$	220	+20	56	11	$e^1 - fis^1$	205	+5
24	5	$fis^1 - g^1$	95	-5	57	11	$fis^1 - g^1$	80	-20
25		$g^1 - c^1$	715	+15	58		$g^1 - c^1$	725	+25
26		$e^1 - d^1$	230	+30	59		$e^1 - d^1$	190	-10
27		$d^1 - c^1$	190	-10	60		$d^1 - c^1$	220	+20
28	5—6	$c^1 - h$	95	-5	61	11—12	$c^1 - h$	100	± 0
29	6	$h - a$	200	± 0	62	12	$h - a$	180	-20
30		$c^1 - h$	100	± 0	63		$c^1 - h$	105	+5
31		$h - a$	185	-15	64		$h - a$	185	-15
32		$a - g$	205	+5	65		$a - g$	205	+5
33	6—7	$g - e^1$	890	-10					

Исполнитель — Э л ь м а н

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала	Величина интервала в центах	Отклонение интервала от темпированного	№ п/п	№ тактов	Наименование интервала	Величина интервала в центах	Отклонение интервала от темпированного
1	1—2	$e^1 - a^1$	480	-20	34	6—7	$g - e^1$	905	+ 5
2	2	$a^1 - f^1$	395	- 5	35	7—8	$e^1 - a^1$	500	± 0
3		$f^1 - d^1$	300	± 0	36	8	$a^1 - f^1$	420	+20
4		$d^1 - c^1$	215	+15	37		$f^1 - d^1$	290	-10
5		$c^1 - h$	90	-10	38		$d^1 - c^1$	210	+10
6		$h - c^1$	75	-25	39		$c^1 - h$	100	± 0
7	2	$c^1 - a$	300	± 0	40		$h - c^1$	85	-15
8		$a - g$	215	+15	41		$a - g$	205	+ 5
9	2—3	$g - g^1$	1195	- 5	42	8—9	$g - g^1$	1200	± 0
10	3	$g^1 - e^1$	290	-10	43	9	$g^1 - e^1$	290	-10
11		$e^1 - b$	600	± 0	44		$e^1 - b$	610	+10
12		$b - a$	80	-20	45		$b - a$	90	-10
13	3	$a - d^1$	495	- 5	46		$a - d^1$	480	-20
14		$d^1 - cis^1$	100	± 0	47		$d^1 - cis^1$	70	-30
15		$cis^1 - g^1$	615	+15	48		$cis^1 - g^1$	575	-25
16		$g^1 - f^1$	200	± 0	49		$g^1 - f^1$	200	± 0
17	4	$f^1 - d^1$	290	-10	50	10	$f^1 - d^1$	300	± 0
18		$d^1 - a$	505	+ 5	51		$d^1 - a$	500	± 0
19		$a - g$	200	± 0	52		$a - g$	200	± 0
20		$g - c^1$	505	+ 5	53		$g - c^1$	485	-15
21		$c^1 - h$	90	-10	54	11	$c^1 - h$	80	-20
22		$h - f^1$	585	-15	55		$h - f^1$	590	-10
23		$f^1 - e^1$	95	- 5	56		$f^1 - e^1$	100	± 0
24	5	$e^1 - fis^1$	220	+20	57		$e^1 - fis^1$	215	+15
25		$fis^1 - g^1$	80	-20	58		$fis^1 - g^1$	90	-10
26		$g^1 - c^1$	730	+30	59		$g^1 - c^1$	700	± 0
27		$e^1 - d^1$	210	+10	60		$e^1 - d^1$	210	+10
28		$d^1 - c^1$	200	± 0	61		$d^1 - c^1$	215	+15
29	5—6	$c^1 - h$	100	± 0	62	11—12	$c^1 - h$	85	-15
30	6	$h - a$	205	+ 5	63	12	$h - a$	210	+10
31		$c^1 - h$	60	-40	64		$c^1 - h$	90	-10
32		$h - a$	220	+20	65		$h - a$	195	- 5
33		$a - g$	210	+10	66		$a - g$	215	+15

Исполнитель — Цимбалист

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала	Величина интервала в центах	Отклонение интервала от темпированного	№ п/п	№ тактов	Наименование интервала	Величина интервала в центах	Отклонение интервала от темпированного
1	1—2	e ¹ — a ¹	490	—10	36		a — g	225	+25
2	2	a ¹ — f ¹	385	—15	37	6—7	g — e ¹	915	+15
3		f ¹ — d ¹	265	—35	38	7—8	e ¹ — a ¹	100	± 0
4		d ¹ — c ¹	215	+15	39	8	a ¹ — f ¹	395	— 5
5		c ¹ — h	75	—25	40		f ¹ — d ¹	305	+ 5
6		h — c ¹	80	—20	41		d ¹ — c ¹	200	± 0
7		c ¹ — h	90	—10	42		c ¹ — h	80	—20
8		h — a	185	—15	43		h — c ¹	75	—25
9		a — g	220	+20	44		c ¹ — h	75	—25
10	2—3	g — g ¹	1200	± 0	45		a — g	220	+20
11	3	g ¹ — e ¹	280	—20	46	8—9	g — g ¹	1215	+15
12		e ¹ — b	625	+25	47	9	g ¹ — e ¹	280	—20
13		b — a	85	—15	48		e ¹ — b	620	+20
14		a — d ¹	490	—10	49		b — a	80	—20
15		d ¹ — cis ¹	80	—20	50		a — d ¹	490	—10
16		cis ¹ — g ¹	570	—30	51		d ¹ — cis ¹	75	—25
17		g ¹ — f ¹	200	± 0	52		cis ¹ — g ¹	580	—20
18	4	f ¹ — d ¹	285	—15	53	9	g ¹ — f ¹	215	+15
19		d ¹ — a	500	± 0	54	10	f ¹ — d ¹	285	—15
20		a — g	220	+20	55		d ¹ — a	500	± 0
21		g — c ¹	490	—10	56		a — g	230	+30
22		c ¹ — h	60	—40	57		g — c ¹	505	+ 5
23		h — f ¹	575	—25	58		c ¹ — h	80	—20
24		f ¹ — e ¹	95	— 5	59		h — f ¹	580	—20
25	5	e ¹ — fis ¹	210	+10	60		f ¹ — e ¹	70	—30
26		fis ¹ — g ¹	80	—20	61	11	e ¹ — fis ¹	220	+20
27	5	g ¹ — c ¹	690	—10	62	11	fis ¹ — g ¹	80	—20
28		e ¹ — d ¹	190	—10	63		g ¹ — c ¹	700	± 0
29		d ¹ — c ¹	190	—10	64		c ¹ — d ¹	200	± 0
30	5—6	c ¹ — h	85	—15	65		d ¹ — e ¹	205	+ 5
31	6	h — a	215	+15	66	11—12	c ¹ — h	95	— 5
32		a — h	200	± 0	67	12	h — a	220	+20
33		h — c ¹	100	± 0	68		c ¹ — h	95	— 5
34		c ¹ — h	85	—15	69		h — a	210	+10
35		h — a	205	+ 5	70		a — g	220	+20

Поряд- новый номер интер- вала	Наименование интервалов	Величина интервалов в центах		
		12-зву- ковой равно- тем. строй	пифагоров строй	чистый строй
1	М. секунда	100	90.2 (256/243)	111.7 (16/15); 133.2 (27/25)
2	Б. секунда	200	203.9 (9/8)	182.4 (10/9); 203.9 (9/8)
3	М. терция	300	294.1 (32/27)	294.1 (32/27); 315.6 (6/5)
4	Б. терция	400	407.9 (81/64)	386.3 (5/4)
5	Кварта	500	498 (4/3)	498 (4/3); 519.5 (27/20)
6	Ув. кварта	600	611.7 (729/512)	568.7 (25/18); 590.2 (45/32)
7	Ум. квинта	600	588.3 (1024/729)	609.8 (64/45); 631.3 (36/25)
8	Квинта	700	702 (3/2)	680.4 (40/24); 702 (3/2)
9	М. секста	800	792.2 (128/81)	813.7 (8/5)
10	Б. секста	900	905.9 (27/16)	884.4 (5/3); 905.9 (27/16)
11	М. септима	1000	996.1 (16/9)	996.1 (16/9); 1017.6 (9/5)
12	Б. септима	1100	1109.8 (243/128)	1066.8 (50/27); 1088.3 (15/8)
13	Октава	1200	1200 (2/1)	1200 (2/1)

26 (№ 5, 9, 10, 13, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 28, 30, 34, 35, 37, 41, 42, 43, 45, 49, 51, 52, 55, 58, 59 и 64) — пифагоровыми, 14 (№ 9, 13, 16, 19, 28, 30, 35, 41, 42, 44, 49, 51, 52 и 59) — чистыми. Остальные 27 интервалов (№ 1, 4, 6, 8, 12, 15, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 36, 38, 40, 46, 47, 48, 53, 54, 57, 60, 61, 62, 63 и 66) не принадлежат ни к одному из общеизвестных математических строев.

Из 70 интервалов, воспроизведенных Цимбалистом и расшифрованных Корсунским (табл. 45), 18 интервалов (№ 10, 17, 19, 24, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 55, 57, 63, 64, 65, 66 и 68) можно считать темперированными, 13 (№ 7, 10, 17, 19, 24, 32, 35, 41, 63, 64, 65, 66 и 68) — пифагоровыми, 11 (№ 2, 8, 10, 17, 19, 32, 35, 41, 63, 64 и 68) — чистыми. Остальные 49 интервалов (№ 1, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 36, 37, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 67, 69 и 70) не принадлежат ни к одному из общеизвестных математических строев.

Итак, наше исследование строя, в котором Ойстрах, Эльман и Цимбалист исполнили двенадцать первых тактов арии Баха, показало справедливость мнения Рабиновича и Грина о том, что скрипачи не исполняют мелодии в каком-либо общеизвестном математическом строе. Но эти авторы не правы, утверждая, что у скрипачей имеется тенденция к пифагорову строю. Если сравнить табл. 43, 44 и 45 с табл. 46, то нетрудно убедиться, что у всех испытуемых расширение больших интервалов

и сужение малых (сравнительно с темперированными) значительно больше, чем в пифагоровом строе.

Так, б. секунды достигают у Ойстраха 215, 220 и даже 230 центов (№ 26), у Эльмана 215 и 220 центов, у Цимбалиста 215, 220, 225 и даже 230 центов (№ 56). В пифагоровом строе б. секунда равна 203.9 цента. Малые секунды достигают у Ойстраха 80, 75, 70 и даже 65 центов (№ 11), у Эльмана 80, 75, 70 и даже 60 центов (№ 31), у Цимбалиста 80, 75, 70 и 60 центов (№ 22). В пифагоровом строе м. секунда равна 90.2 цента.

Таким образом, стремление скрипачей расширять большие интервалы и суживать малые следует объяснять не тенденцией к пифагорову строю, а какой-то другой причиной.

Наиболее вероятное объяснение, по нашему мнению, такое. Расширяя б. секунду и б. терцию, суживая м. секунду и м. терцию, скрипачи выявляют индивидуальность этих интервалов более ярко и избегают их «нейтрализации» (промежуточных секунд и промежуточных терций).

Частотные отношения между звуками, воспроизведенными испытуемыми при исполнении двенадцати первых тактов арии Баха, не объединены каким-либо ясно выраженным математическим принципом, иначе говоря, строй, в котором наши скрипачи исполняли названное выше мелодическое построение, не является *математическим*.

Этот вывод нельзя считать неожиданным, так как, как указано выше, музыкант, обладающий даже развитым звуко-частотным слухом, не может запоминать, узнавать и воспроизводить математические интервалы. Однако нельзя допустить и мысли о том, что скрипачи исполняли мелодии *вне всякого строя*, т. е. беспорядочно. Тогда что же это за строй? Этот строй можно назвать «зонным» и определить его как совокупность высотных отношений между зонами, объединенными акустическим родством, т. е. слуховым принципом. Так как со времени Баха профессиональное музыкальное искусство теоретически пользуется двенадцатизвуковым равномернотемперированным строем, то строй, в котором наши испытуемые исполняли арию Баха, можно назвать двенадцатизонным, а совокупность высотных отношений между звуками, ими воспроизведенными, — интонационным вариантом этого строя («интонационный вариант данного исполнения»). Этот интонационный вариант *неповторим*. В этом нетрудно убедиться, сравнив в табл. 43, 44 и 45 интонации интервалов в первой части мелодического построения с интонациями тех же интервалов во второй части этого построения, представляющей собою точное повторение первой части.

Глава VIII

ОЦЕНКА ИНТОНАЦИЙ ПРИ ОДНОКРАТНОМ И МНОГОКРАТНОМ ПРОСЛУШИВАНИИ МЕЛОДИИ

Исследование, составляющее содержание настоящей главы, имело целью установить количество интонаций, которое музыкальный слух способен различать в зонах интервалов, входящих в состав мелодии. В качестве мелодии для прослушивания были взяты двенадцать первых тактов арии Баха из оркестровой сюиты D-dur (переложение для скрипки с фортепиано Вильгельми, граммзапись) в исполнении Ойстраха, Эльмана и Цимбалиста (см. главу VII). В опытах участвовали четыре высококвалифицированных музыканта (№ 2, 5, 6 и 10). Каждому из них было предложено:

1) прослушать мелодию 12 первых тактов арии Баха один раз и сказать, удовлетворяет ли его исполнение этой мелодии в интонационном отношении;

2) прослушать ту же мелодию в том же исполнении несколько раз подряд и отметить, какие интонации его не вполне удовлетворяют и в каком направлении.

О П Ы Т 1 (30/I 1947 г.)

Испытуемый № 2. Исполнитель — проф. Ойстрах.

Ответ на первый вопрос: Все интонации вполне приемлемы.

Ответ на второй вопрос — см. табл. 47.

О П Ы Т 2 (30/I 1947 г.)

Испытуемый № 2. Исполнитель — Эльман.

Ответ на первый вопрос: Данное исполнение в интонационном отношении точнее предыдущего.

Ответ на второй вопрос — см. табл. 48.

О П Ы Т 3 (6/II 1947 г.)

Испытуемый № 2. Исполнитель — Цимбалист.

Ответ на первый вопрос: В интонационном отношении все приемлемо.

Ответ на второй вопрос — см. табл. 49.

Таблица 47

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала	Оценка интервала испытуемым	Величина интервала, установленная путем измерения (см. табл. 43)
1	2	М. секунда $h-c^1$	Очень узок	Уже темперированного на 15 центов
2	4	Кварта $g-c^1$	Узок	Шире темперированного на 5 центов
3	4	Ум. квинта $h-f^1$	Широк	Темперированный
4	6	М. секунда c^1-h	Узок	»
5	6	Б. секунда $h-a$	»	Уже темперированного на 15 центов
6	8	Б. терция a^1-f^1	»	Шире темперированного на 10 центов
7	8	М. терция f^1-d^1	Широк	Шире темперированного на 10 центов
8	9	Ум. квинта cis^1-g^1	»	Шире темперированного на 35 центов
9	10	Кварта $g-c^1$	Узок	Уже темперированного на 30 центов

Таблица 48

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала	Оценка интервала испытуемым	Величина интервала, установленная путем измерения (см. табл. 44)
1	1—2	Кварта e^1-a^1	Чуть узок	Уже темперированного на 20 центов
2	5	Квинта g^1-c^1	Чуть широк	Шире темперированного на 30 центов
3	5	Б. секунда d^1-c^1	Узок	Темперированный

Табл. 47, 48 и 49 показывают, что:

1. При многократном (4—5 раз) прослушивании мелодии испытуемый № 2 отметил небольшое количество интервалов, интонирование которых исполнителями его не вполне удовлетворяло. У проф. Ойстраха он отметил 9 интервалов, у Эльмана — 3, у Цимбалиста — 7.

2. Оценка интервала испытуемым не всегда совпадала с величиной того же интервала, установленной путем измерения.

Так, при прослушивании мелодии в исполнении проф. Ойстраха испытуемый (табл. 47) из 9 отмеченных им интерва-

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала		Оценка интервала испытуемым	Величина интервала, установленная путем измерения (см. табл. 45)
1	1—2	Кварта	$e^1—a^1$	Узок	Уже темперированного на 10 центов
2	2	М. секунда	$c^1—h$		Уже темперированного на 25 центов
3	4	Кварта	$d^1—a$	»	Темперированный
4	5—6	М. секунда	$c^1—h$	»	Уже темперированного на 15 центов
5	8	М. секунда	$c^1—h$	»	Уже темперированного на 20 центов
6	9	Ув. кварта	$e^1—b$	Широк	Шире темперированного на 20 центов
7	12	М. секунда	$c h$	Узок	Уже темперированного на 5 центов

лов правильно оценил 5 (№ 1, 5, 7, 8, 9), неправильно — 4 (№ 2, 3, 4, 6).

При прослушивании мелодии в исполнении Эльмана испытуемый из 3 отмеченных им интервалов (табл. 48) правильно оценил 2 (№ 1 и 2), неправильно — 1 (№ 3).

При прослушивании мелодии в исполнении Цимбалиста испытуемый из 7 отмеченных им интервалов (табл. 49) правильно оценил 6 (№ 1, 2, 4, 5, 6 и 7), неправильно — 1 (№ 3).

3. При прослушивании мелодии в исполнении проф. Ойстраха из 16 интервалов, отличающихся по величине от темперированных на ± 20 центов и более (табл. 43), испытуемый отметил 2 (табл. 47, № 8 и 9).

При прослушивании мелодии в исполнении Эльмана из 13 интервалов, отличающихся по величине от темперированных на ± 20 центов и более (табл. 44), испытуемый отметил 2 (табл. 48, № 1 и 2).

При прослушивании мелодии в исполнении Цимбалиста из 30 интервалов, отличающихся по величине от темперированных на ± 20 центов и более (табл. 45), испытуемый отметил 3 (табл. 49, № 2, 5 и 6).

О П Ы Т 4 (28/I 1947 г.)

Испытуемый № 5. Исполнитель — проф. Ойстрах.

Ответ на первый вопрос: Общее впечатление: интонации чистые, кроме двух (табл. 50, № 5 и 11).

Ответ на второй вопрос — см. табл. 50.

Таблица 50

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала		Оценка интервала испытуемым	Величина интервала, установленная путем измерения (см. табл. 43)
1	1—2	Кварта	—а	Чуть узок	Уже темперированного на 20 центов
2	2	Б. секунда	d^1-c^1	Широк	Темперированный
3	2	М. секунда	c^1-h	Узок	Уже темперированного на 5 центов
4	3	М. терция	g^1-e^1	Чуть широк	Уже темперированного на 10 центов
5	3	Ум. квинта	cis^1-g^1	Узок	Уже темперированного на 35 центов
6	4	Кварта	$g-c^1$	»	Шире темперированного на 5 центов
7	5	Б. секунда	e^1-d^1	Широк	Шире темперированного на 30 центов
8	6—7	Б. секста	$g-e^1$	Чуть узок	Уже темперированного на 10 центов
9	9	Ув. кварта	e^1-b	Чуть широк	Шире темперированного на 15 центов
10	9	Кварта	$a-d^1$	Чуть узок	Уже темперированного на 10 центов
11	9	Ум. квинта	cis^1-g^1	Широк	Шире темперированного на 35 центов
12	10	Кварта	$g-c^1$	Узок	Уже темперированного на 30 центов
13	11	Б. секунда	e^1-fis^1	»	Шире темперированного на 5 центов
14	11	М. секунда	fis^1-g^1	»	Уже темперированного на 20 центов
15	11	Квинта	g^1-c^1	Широк	Шире темперированного на 25 центов

О П Ы Т 5 (16/I 1947 г.)

Испытуемый № 5. Исполнитель — Э л ь м а н.

Ответ на первый вопрос: При первом прослушивании не удовлетворяет высота звука с в 5-м и 11-м тактах (низок).

Ответ на второй вопрос — см. табл. 51.

О П Ы Т 6 (16/I 1947)

Испытуемый № 5. Исполнитель — Ц и м б а л и с т.

Ответ на первый вопрос: При первом прослушивании не удовлетворяет высота некоторых звуков в тактах 2, 4, 6, 8 и 10.

Ответ на второй вопрос — см. табл. 52.

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала		Оценка интервала испытуемым	Величина интервала, установленная путем измерения (см. табл. 44)
1	2	Б. секунда	a—g	Чуть широк	Шире темперированного на 15 центов
2	2—3	Октава	g—g ¹	Чуть широк	Уже темперированного на 5 центов
3	3	Кварта	a—d ¹	Чуть широк	Уже темперированного на 5 центов
4	3	Ум. квинта	cis ¹ —g ¹	Чуть широк	Шире темперированного на 15 центов
5	5	Квинта	g ¹ —c ¹	Очень широк	Шире темперированного на 30 центов
6	6—7	Б. секста	g—e ¹	Чуть широк	Шире темперированного на 5 центов
7	8	Б. секунда	d ¹ —c ¹	Широк	Шире темперированного на 10 центов
8	8	Б. секунда	a—g	Чуть широк	Шире темперированного на 5 центов
9	8—9	Октава	g—g ¹	Чуть широк	Темперированный
10	9	Ув. кварта	e ¹ —b	Широк	Шире темперированного на 10 центов
11	9	Б. секунда	g ¹ —f ¹	Чуть широк	Темперированный
12	11	Квинта	g ¹ —c ¹	Широк	»

Табл. 50, 51 и 52 показывают, что:

1. При многократном прослушивании мелодии испытуемый № 5 отмечал большое число интервалов, интонирование которых исполнителями его не вполне удовлетворяло. У проф. Ойстраха он отметил 15 интервалов, у Эльмана — 12, у Цимбалиста — 24.

2. Оценка интервала испытуемым не всегда совпадала с величиной интервала, установленной путем измерения.

Так, при прослушивании мелодии в исполнении Ойстраха испытуемый из 15 отмеченных им интервалов правильно оценил 11 (табл. 50, № 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 и 15), неправильно — 4 (табл. 50, № 2, 4, 6 и 13).

При прослушивании мелодии в исполнении Эльмана испытуемый из 12 отмеченных им интервалов правильно оценил 7 (табл. 51, № 1, 4, 5, 6, 7, 8 и 10), неправильно — 5 (табл. 51, № 2, 3, 9, 11 и 12).

При прослушивании мелодии в исполнении Цимбалиста испытуемый из 24 отмеченных им интервалов правильно оценил 20 (табл. 52, № 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17,

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала	Оценка интервала испытываемым	Величина интервала, установленная путем измерения (см. табл. 45)
1	2	М. терция f^1-d^1	Узок	Уже темперированного на 35 центов
2	2	Б. секунда $a-g$	Очень широк	Шире темперированного на 20 центов
3	2—3	Октава $g-g^1$	Широк	Темперированный
4	3	Ув. кварта e^1-b	»	Шире темперированного на 25 центов
5	3	М. секунда $b-a$	Узок	Уже темперированного на 15 центов
6	3	М. секунда d^1-cis^1	»	Уже темперированного на 20 центов
7	4	Б. секунда $a-g$	Очень широк	Шире темперированного на 20 центов
8	4	Кварта $g-c^1$	Широк	Уже темперированного на 10 центов
9	4	М. секунда c^1-h	Узок	Уже темперированного на 40 центов
10	4	Ум. квинта $h-f^1$	»	Уже темперированного на 25 центов
11	4	М. секунда f^1-e^1	»	Уже темперированного на 5 центов
12	6	М. секунда c^1-h	»	Уже темперированного на 15 центов
13	6	Б. секунда $a-g$	Широк	Шире темперированного на 25 центов
14	6—7	Б. секста $g-e^1$	»	Шире темперированного на 15 центов
15	7—8	Кварта e^1-a^1	»	Темперированный
16	8	М. секунда c^1-h	Узок	Уже темперированного на 20 центов
17	8	Б. секунда $a-g$	Очень широк	Шире темперированного на 20 центов
18	8—9	Октава $g-g^1$	Широк	Шире темперированного на 15 центов
19	9	Ув. кварта e^1-b	»	Шире темперированного на 20 центов
20	9	Б. секунда g^1-f^1	»	Шире темперированного на 15 центов
21	10	Кварта d^1-a	»	Темперированный
22	10	Б. секунда $a-g$	»	Шире темперированного на 30 центов
23	11	Б. секунда e^1-fis^1	»	Шире темперированного на 20 центов
24	12	М. секунда c^1-h	Узок	Уже темперированного на 5 центов

18, 19, 20, 22, 23 и 24), неправильно — 4 (табл. 52, № 3, 8, 15 и 21).

3. При прослушивании мелодии в исполнении Ойстраха из 16 интервалов, отличающихся по величине от темперированных на ± 20 центов и более (табл. 43), испытуемый отметил 7 (табл. 50, № 1, 5, 7, 11, 12, 14 и 15).

При прослушивании мелодии в исполнении Эльмана из 13 интервалов, отличающихся по величине от темперированных на ± 20 центов и более (табл. 44), испытуемый отметил 1 (табл. 51, № 5).

При прослушивании мелодии в исполнении Цимбалиста из 30 интервалов, отличающихся по величине от темперированных на ± 20 центов и более (табл. 45), испытуемый отметил 13 (табл. 52, № 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 13, 16, 17, 19, 22 и 23).

О П Ы Т 7 (1/III 1947 г.)

Испытуемый № 6. Исполнитель — проф. Ойстрах.

Ответ на первый вопрос: Интонирование интервалов в целом удовлетворительное.

Ответ на второй вопрос — см. табл. 53.

Т а б л и ц а 53

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала		Оценка интервала испытуемым	Величина интервала, установленная путем измерения (см. табл. 43)
1	1—2	Кварта	$e^1—a^1$	Чуть узок	Уже темперированного на 20 центов
2	7—8	Кварта	$e^1—a^1$	» »	Уже темперированного на 10 центов
3	8	М. секунда	$c^1—h$	Узок	Шире темперированного на 5 центов
4	8	М. секунда	$h—c^1$	»	Уже темперированного на 25 центов
5	9	Ум. квинта	$cis^1—g^1$	Широк	Шире темперированного на 35 центов
6	11	М. секунда	$fis^1—g^1$	Узок	Уже темперированного на 20 центов
7	11	Квинта	$g^1—c^1$	»	Шире темперированного на 25 центов

О П Ы Т 8 (22/II 1947 г.)

Испытуемый № 6. Исполнитель — Эльман.

Ответ на первый вопрос: Интонирование интервалов в целом удовлетворительное.

Ответ на второй вопрос — см. табл. 54.

Таблица 54

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала	Оценка интервала испытуемым	Величина интервала, установленная путем измерения (см. табл. 44)
1	3	Ув. кварта e^1-b	Широк	Темперированный
2	3	М. секунда $b-a$	Узок	Уже темперированного на 20 центов
3	9	Ум. квинта cis^1-g^1	Широк	Уже темперированного на 25 центов
4	10	Кварта $g-c^1$	Узок	Уже темперированного на 15 центов

О П Ы Т 9 (15/III 1947 г.)

Испытуемый № 6. Исполнитель — Ц и м б а л и с т.

Ответ на первый вопрос: Интонирование интервалов вполне удовлетворяет.

Ответ на второй вопрос — см. табл. 55.

Таблица 55

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала	Оценка интервала испытуемым	Величина интервала, установленная путем измерения (см. табл. 45)
1	2	Б. терция a^1-f^1	Узок	Уже темперированного на 15 центов
2	2	М. терция f^1-d^1	Широк	Уже темперированного на 35 центов
3	2	Б. секунда $a-g$	»	Шире темперированного на 20 центов
4	3	Ув. кварта e^1-b	»	Шире темперированного на 25 центов
5	6	Б. секунда $a-g$	»	Шире темперированного на 25 центов
6	8	Б. терция a^1-f^1	Узок	Уже темперированного на 5 центов
7	8	М. терция f^1-d^1	Широк	Шире темперированного на 5 центов
8	12	Б. секунда $a-g$	»	Шире темперированного на 20 центов

Табл. 53, 54 и 55 показывают, что:

1. При многократном прослушивании мелодии испытуемый № 6 отмечал небольшое количество интервалов, интонирование которых исполнителями его не вполне удовлетворяло. У проф. Ойстраха испытуемый отметил 7 интервалов, у Эльмана — 4, у Цимбалиста — 8.

2. Оценка интервала испытуемым не всегда совпадала с величиной интервала, установленной путем измерения. Так, при прослушивании мелодии в исполнении проф. Ойстраха испытуемый из 7 отмеченных им интервалов правильно оценил 5 (табл. 53, № 1, 2, 4, 5 и 6), неправильно — 2 (табл. 53, № 3 и 7).

При прослушивании мелодии в исполнении Эльмана испытуемый из 4 отмеченных им интервалов правильно оценил 2 (табл. 54, № 2 и 4), неправильно — 2 (табл. 54, № 1 и 3).

При прослушивании мелодии в исполнении Цимбалиста испытуемый из 8 отмеченных им интервалов правильно оценил 7 (табл. 55, № 1, 3, 4, 5, 6, 7 и 8), неправильно — 1 (табл. 55, № 2).

3. При прослушивании мелодии в исполнении проф. Ойстраха из 16 интервалов, отличающихся по величине от темперированных на ± 20 центов и более (табл. 43), испытуемый правильно отметил только 4 (табл. 53, № 1, 4, 5 и 6).

При прослушивании мелодии в исполнении Эльмана из 13 интервалов, отличающихся по величине от темперированных на ± 20 центов и более (табл. 44), испытуемый правильно отметил только 1 (табл. 54, № 2).

При прослушивании мелодии в исполнении Цимбалиста из 30 интервалов, отличающихся по величине от темперированных на ± 20 центов и более (табл. 45), испытуемый правильно отметил только 4 (табл. 55, № 3, 4, 5 и 8).

О П Ы Т 10 (13/III 1947 г.)

Испытуемый № 10. Исполнитель — проф. Ойстрах.

Ответ на первый вопрос: Интонирование интервалов художественно вполне удовлетворительно. Ощущается некоторая (весьма малая) суженность всех секунд.

Ответ на второй вопрос — см. табл. 56.

Т а б л и ц а 56

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала	Оценка интервала испытуемым	Величина интервала, установленная путем измерения (см. табл. 43)
1	2	М. секунда c ¹ —h	Чуть узок	Уже темперированного на 5 центов
2	2	М. секунда h—c ¹	» »	Уже темперированного на 15 центов
3	6	Б. секунда a—g	» »	Шире темперированного на 5 центов
4	12	Б. секунда a—g	» »	Шире темперированного на 5 центов

О П Ы Т 11 (3/IV 1947 г.)

Испытуемый № 10. Исполнитель — Э л ь м а н.

Ответ на первый вопрос: Интонирование интервалов художественно полноценно.

Ответ на второй вопрос — см. табл. 57.

Т а б л и ц а 57

№ п/п	№ тактов	Наименование интервала	Оценка интервала испытуемым	Величина интервала, установленная путем измерения (см. табл. 44)
1	3	М. секунда b—a	Узок	Уже темперированного на 20 центов
2	3	Ум. квинта cis ¹ —g ¹	»	Шире темперированного на 15 центов
3	5	Квинта g ¹ —c ¹	Широк	Шире темперированного на 30 центов
4	5	Б. секунда e ¹ —d ¹	Узок	Шире темперированного на 10 центов
5	9	М. секунда b—a	»	Уже темперированного на 10 центов
6	9	Ум. квинта cis ¹ —g ¹	»	Уже темперированного на 25 центов
7	11	Квинта g ¹ —c ¹	Широк	Темперированный

О П Ы Т 12 (27/III 1947 г.)

Испытуемый № 10. Исполнитель — Ц и м б а л и с т.

Ответ на первый вопрос: Интонирование интервалов художественно полноценно.

Ответ на второй вопрос: Все интонации вполне удовлетворяют.

Табл. 56 и 57 показывают, что:

1. При многократном прослушивании мелодии в исполнении Ойстраха и Эльмана испытуемый № 10 отметил небольшое число интервалов, интонирование которых его не вполне удовлетворяло. У проф. Ойстраха он отметил 4 интервала, у Эльмана — 7. Интонации Цимбалиста испытуемого вполне удовлетворяют.

2. Оценка интервала испытуемым не всегда совпадала с величиной того же интервала, установленной путем измерения. Так, при прослушивании мелодии в исполнении проф. Ойстраха испытуемый из 4 отмеченных им интервалов (табл. 56) правильно оценил 2 интервала (№ 1 и 2), неправильно — тоже 2 (№ 3 и 4).

При прослушивании мелодии в исполнении Эльмана испытуемый из 7 отмеченных им интервалов (табл. 57) правильно оценил 4 (№ 1, 3, 5 и 6), неправильно — 3 (№ 2, 4 и 7).

3. При прослушивании мелодии в исполнении проф. Ойстраха из 16 интервалов, отличающихся по величине от темперированных на ± 20 центов и более (табл. 43), испытуемый не отметил ни одного.

При прослушивании мелодии в исполнении Эльмана из 13 интервалов, отличающихся по величине от темперированных на ± 20 центов и более (табл. 44), испытуемый отметил 3 (табл. 57, № 1, 3 и 6).

При прослушивании мелодии в исполнении Цимбалиста из 30 интервалов, отличающихся по величине от темперированных на ± 20 центов и более (табл. 45), испытуемый не отметил ни одного.

Изложенный выше фактический материал дает основания сделать следующие выводы:

1. Интонационный (внутризонный) слух у четырех испытуемых находится на различных уровнях развития.

На первом месте испытуемый № 5, который правильно оценил: в исполнении Ойстраха *одинадцать* интервалов, в исполнении Эльмана *семь*, в исполнении Цимбалиста *двадцать*.

На втором месте испытуемый № 2, который правильно оценил: в исполнении Ойстраха *пять* интервалов, в исполнении Эльмана *два*, в исполнении Цимбалиста *шесть*.

На третьем месте испытуемый № 6, который правильно оценил: в исполнении Ойстраха *пять* интервалов, в исполнении Эльмана *два*, в исполнении Цимбалиста *семь*.

На четвертом месте испытуемый № 10, который правильно оценил: в исполнении Ойстраха *два* интервала, в исполнении Эльмана *четыре*, в исполнении Цимбалиста не отметил ни одного интервала, интонационно не вполне его удовлетворяющего.

2. Подавляющее большинство неправильных показаний приходится на интервалы темперированные или близкие по величине к темперированным. Так, у испытуемых № 5, № 2 и № 10 на эти интервалы приходятся все неправильные показания. У испытуемого № 6 на эти интервалы приходится два неправильных показания из пяти.

3. Число интервалов, интонационно не вполне удовлетворявших четырех испытуемых и правильно ими оцененных, различно. Так, в исполнении Цимбалиста испытуемого № 5 интонационно не вполне удовлетворяли и правильно им оценены *двадцать* интервалов; испытуемого № 6 — *семь* интервалов; испытуемого № 2 — *шесть* интервалов. Испытуемого № 10 интонационно удовлетворяли все интервалы.

Если принять во внимание, что испытуемый № 5 — скрипач и дирижер, № 2 — композитор, пианист и скрипач, а № 6 и № 10 — теоретики и пианисты, то можно предположить, что специальность музыканта оказывает влияние на развитие его интонационного (внутризонного) слуха. У лиц, играющих на музыкальных инструментах со свободным интонированием звуков, т. е. *творящих интонации в процессе исполнения музыкального произведения*, интонационный слух может достигать высокого развития (испытуемый № 5). К этой категории музыкантов следует отнести и вокалистов. У лиц, играющих на музыкальных инструментах с фиксированной высотой звуков, т. е. пользующихся в процессе исполнения музыкального произведения готовыми интонациями, интонационный слух развивается слабее.)

Как указано выше, исследование, составляющее содержание настоящей главы, имело целью установить число интонаций, которое развитой музыкальный слух способен различать в зонах интервалов, входящих в состав мелодии. Исследование показало, что число этих интонаций невелико. Развитой звуковысотный музыкальный слух может различать три категории интонаций: *нормальные, широкие и узкие*. Оценки интервалов, как «чуть широких», или «чуть узких», в большинстве случаев не соответствуют действительности.

Так как к нормальным интонациям испытуемые относили целый ряд близких интонаций и та же картина наблюдалась и в отношении широких и узких интонаций, то можно с уверенностью сказать, что при слушании мелодии развитой звуковысотный музыкальный слух может различать, запоминать и узнавать в пределах интервальной зоны только три «интонационных зоны»: зону нормальных интонаций, зону широких интонаций и зону узких интонаций. Другие, более тонкие звуковысотные оттенки интервалов доступны, повидимому, только лицам с исключительным звуковысотным слухом.

Так как процесс различения, запоминания и узнавания интонационных зон представляет собой *пассивный* процесс, то все изложенное в настоящей главе касается *пассивного* интонационного (внутризонного) слуха.

ВЫВОДЫ

Таким образом, многочисленные опыты доказывают, что звуковысотный слух имеет зонную природу. Это свойство звуковысотного слуха позволяет сделать ряд выводов, представляющих не только теоретический, но и практический интерес.

1. Прежде всего можно сделать такое определение абсолютного, тонального, относительного (интервального) и интонационного слуха:

Абсолютный слух есть способность называть звуковую зону, в пределах которой воспроизведен звук (пассивный абсолютный слух), и воспроизводить голосом или на музыкальном инструменте с нефиксированной высотой звуков один из звуков названной зоны (активный абсолютный слух), не сопоставляя его с другим воспроизведенным звуком, зона которого известна.

Тональный слух есть способность называть тональную зону, в пределах которой воспроизведено музыкальное произведение (пассивный тональный слух), и воспроизводить голосом или на музыкальном инструменте с нефиксированной высотой звуков музыкальное произведение в названной тональной зоне (активный тональный слух), не сопоставляя его с воспроизведенным звуком (или аккордом), зона которого известна.

Относительный слух есть способность называть интервальную зону, в пределах которой воспроизведен интервал, и воспроизводить голосом или на музыкальном инструменте с нефиксированной высотой звуков один из интервалов названной зоны (активный относительный слух), определяя его звуковысотное положение в музыкальной шкале путем сопоставления его с воспроизведенным звуком, высота которого известна.

Интонационный слух есть способность различать в пределах интервальной зоны интонационные зоны (см. главу VIII) и воспроизводить голосом или на музыкальном инструменте с нефиксированной высотой звуков одну из интонаций этих зон.

2. Унисон есть зона, звучащая в одновременности. Вибрато—зона, звучащая в последовательности. Таким образом, применение в музыкальном искусстве этих средств выразительности сделалось возможным только благодаря зонной природе звуковысотного слуха.

3. Зонная природа звуковысотного слуха сделала возможным ансамблевое исполнение, так как она обуславливает интонационное единство ансамбля.

4. Современная двенадцатизонная музыкальная система возникла путем не расчета, а длительного слухового отбора в процессе исторического развития музыкальной культуры основных интервальных зон (зон с определенной индивидуальностью). Промежуточные зоны (зоны с неопределенной индивидуальностью) применяются современным музыкальным искусством как крайние интонации основных.

5. Математический строй, пифагоров, чистый двенадцатизвуковой, равномернотемперированный, а также строи, получаемые путем деления октавы на большее, чем 12, число равных частей, существуют только отвлеченно теоретически; они неосуществимы даже на музыкальных инструментах с фиксированной высотой звуков (например, на фортепиано).

6. Строй, в котором исполняются музыкальные произведения певческими голосами или на музыкальных инструментах с нефиксированной высотой звуков, есть *зонный строй*. Он представляет собой совокупность высотных отношений между зонами, объединенными слуховым принципом (непосредственным и опосредствованным родством зон), и изображается посредством нотных знаков, букв и слогов.

7. Зонный строй заключает в себе бесчисленное множество интонационных вариантов, а каждое исполнение музыкального произведения в зонном строе певческими голосами или на музыкальных инструментах с нефиксированной высотой звуков представляет собой *неповторимый* интонационный вариант этого строя — *интонационный вариант данного исполнения*.

8. Двенадцатизвуковой равномернотемперированный строй представляет собою частный случай двенадцатизонного строя.

9. Сведение в музыкальном искусстве интонационных явлений к определенным количественным отношениям между звуками, иначе говоря, объяснение музыкальных явлений *точечной*, а не *зонной*, акустикой, недопустимо, так как порочность этого объяснения, вытекающая из всего изложенного выше, не соответствует закономерностям, наблюдаемым в музыкальной практике.

10. Зона не является областью допусков по отношению к некоторой объективной звуковысотной норме, так как в пределах зоны все звуки, интервалы и тональности качественно равны.

11. Увеличение количества зон в пределах октавы может быть осуществлено только путем введения в музыкальную практику промежуточных зон, т. е. зон с *неопределенной индивидуальностью*. Этим фактом объясняется возникновение двенадцатизонной музыкальной системы, ее существование в течение более двух с половиной столетий и неудача попыток ввести в музыкальную практику музыкальные системы с большим, чем 12, количеством зон в пределах октавы.

12. Музыкальная практика пользуется унисонами и вибрато как эстетическими факторами. Но унисон есть зона, звучащая в одновременности, а вибрато — зона, звучащая в последовательности. Ансамблевое исполнение также представляет собой эстетическое явление. Но ансамбли возможны только благодаря зонной природе звуковысотного слуха.

Могли ли бы унисон и вибрато производить на нас эстетическое впечатление, если бы мы воспринимали их не как единое целое, а как ряд звуков с различной частотой?

Могли ли бы производить на нас эстетическое впечатление ансамбли, если бы мы отчетливо слышали во время исполнения разницу в интонациях у музыкальных инструментов, входящих в состав ансамбля?

Исследования природы звуковысотного слуха и полученные результаты побудили нас провести опыты с темповым и метроритмическим слухом. Опыты, еще не законченные, показали, что темповый и метроритмический слух имеют зонную природу. Ту же картину дали опыты с восприятием цвета (работа оформляется для печати).

Выше было указано на эстетическое восприятие, обусловленное звуковысотными зонами. По нашему мнению, эстетическое восприятие может быть обусловлено временными и динамическими зонами, а также и зрительными. Правильность этого смогут подтвердить только будущие исследователи.

ЛИТЕРАТУРА

1. O. Abraham. Das absolute Tonbewusstsein. Sammelbände d. Internat. Musikgesellschaft, Jahrg. III, H. 1, 1901.
2. H. Moran a. S. Pratt. Variability of Jngements on musical intervals. J. Exp. Psych., v. IX, p. 492, 1926.
3. С. Н. Ржевкин. Слух и речь в свете современных физических исследований. Изд. 2., гл. III, стр. 84, М., 1936.
4. Bosanquet. On the beats consonances of the form. Phil. Magaz., 5, 11, 1881, S. 420—421.
5. K. Schaefer u. A. Guttmann. Über die Unterschiedsempfindlichkeit für gleiche Töne. Beitr. z. Akustik u. Musikwiss., H. 4, S. 51—61, 1909.
6. S. Baleu. Über den Zusammenklang einer grösseren Zahl wenig verschiedener Töne. Stumpf's Beiträge z. Akustik u. Musikwiss., H. 8, S. 1—16, 1915.
7. The vibrato. Univ. of Jowa, Studies in Psych. of Music, I, 1932.
8. А. В. Рабинович. Осциллографический метод анализа мелодий, 1922.
9. P. Green e. Violin intonations. Journ. of the Acoust. Soc. Amer., IX, 1, 1937.
10. С. Г. Корсунский. Зоны интервалов при воспроизведении их на инструментах со свободной интонацией. Физиол. журн. СССР им. И. М. Сеченова, № 6, 1946.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие редактора	3
Предисловие автора	4
Вступление	5
Глава I. Зонная природа абсолютного слуха	9
Глава II. Зонная природа относительного (интервального) слуха	16
Глава III. Интонирование изолированной примы	27
Глава IV. Интонирование интервалов в мелодии	30
Глава V. Унисон как звучащая зона	39
Глава VI. Зонная природа тонального слуха	44
Глава VII. Строй мелодии, исполняемой на музыкальных инстру- ментах с нефиксированной высотой звуков	60
Глава VIII. Оценка интонаций при однократном и многократном прослушивании мелодии	68
Выводы	80
Литература	83

Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета
Академии Наук СССР

Редактор издательства Ц. М. Подгоренская. Технический редактор Е. В. Зеленкова.
Корректоры В. В. Покровская и Н. П. Буранова. РИСО АН СССР № 3322 А-10740.
Издат. № 1853. 1-й вып. декабрь 1948 г. Печ. к-т ч. 5/XI 1948 г.
Формат бум. 60 × 92¹/₂. Печ. л. 5¹/₄. Уч.-издат. л. 5¹/₄. Тираж 3000

О П Е Ч А Т К И

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
26	7 св.	(бóльших октав)	(бóльших октавы)
81	16—17 св.	5. Математический строй, пифагоров, чистый двенадцатизвуковой, равномерно темперированный,	5. Математические строи: пифагоров, чистый, двенадцатизвуковой равномерно темперированный,

Н. А. Гарбузов. Звонная природа звуковысотного слуха