

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДИКТОРЫ СУБЪЕКТИВНЫХ ОЦЕНОК МУЗЫКИ РАЗНЫХ КОМПОЗИТОРОВ*

© 1999 г. А. Н. Лебедев*, Т. С. Князева**

*Доктор биологических наук, профессор, зав. лабораторией психофизиологии ИП РАН, Москва

**Кандидат психологических наук, ст. науч. сотр., там же

Проверялась гипотеза о том, что при прослушивании человеком музыкального произведения в параметрах ЭЭГ специфически отражаются особенности его восприятия и переживания. Предполагалось, что эмоции, вызванные музыкой, специфически изменяют узоры электроэнцефалограммы. Выявлялись комбинации параметров, кодирующие музыкальный образ.

На 47 здоровых испытуемых, которые во время записи ЭЭГ прослушивали разную музыку, а затем оценивали ее по 18 шкалам, было установлено, что восприятие музыки связано в основном с тета- и бета-диапазонами, причем с частотно-амплитудными характеристиками правого полушария. Это отличается от кодирования интеллектуальной деятельности человека, где электрофизиологическими предикторами являются характеристики колебаний в диапазоне альфа-ритма в разных пунктах коры больших полушарий.

Ключевые слова: электроэнцефалограмма, музыкальное восприятие, прогноз.

После работ М.Н. Ливанова (1989), посвященных изучению пространственно-временной организации и системной деятельности головного мозга, множество исследователей устремились на поиск ЭЭГ-показателей разнообразных психических процессов, в том числе сопровождающих музыкальное восприятие. Восприятие музыки отражается в ЭЭГ, при этом ее содержание меньше влияет на частотно-амплитудные характеристики и в большей степени проявляется в картине корреляционных связей биопотенциалов в разных пунктах отведения коры больших полушарий. Не замечено каких-либо ярких асимметрично располагающихся фокусов [12, 17], поэтому нельзя уверенно говорить об особой роли правого полушария в музыкальном восприятии.

Известно, что при прослушивании одной и той же музыки различия в ее восприятии у разных людей весьма существенны. Они зависят от самой личности, ее образования, жизненного опыта, состояния в момент слушания, уровня музыкального развития и многих других социально-психологических факторов [2, 9, 10].

Публикации, в которых бы вместе с электрофизиологическими данными количественно учитывались индивидуальные психологические особенности восприятия и оценивания музыки слушателями, немногочисленны и рассматривают узкий круг ЭЭГ-параметров [5].

Целью нашего исследования была проверка гипотезы о том, что в параметрах ЭЭГ специфически отражаются особенности субъективного восприятия музыкальных произведений. Мы искали в ЭЭГ комбинации параметров, кодирующие индивидуальный музыкальный образ.

МЕТОДИКА

В исследовании приняли участие 47 испытуемых (мужчины и женщины в возрасте от 15 до 47 лет).

Регистрацию ЭЭГ производили в звукоизолированной затемненной камере. Испытуемый сидел в кресле в удобном положении с закрытыми глазами. Ему предписывалось по возможности избегать всяких движений и напряжения мышц. Запись ЭЭГ велась по международной системе 10–20 в симметричных пунктах лобных, центральных и затылочных областей. Индивидуальные электроды прикрепляли к мочкам ушей. Использовали венгерский электроэнцефалограф МЕ-17 и аналогово-цифровой восьмиканальный преобразователь фирмы "Интермед". Частота съема потенциалов 100 Гц.

Мы предположили, что эмоции, вызванные музыкой, изменяют узоры ЭЭГ. Во время записи ЭЭГ испытуемому предъявляли для прослушивания три различных по своему эмоциональному содержанию музыкальных произведения: отрывки из "Турецкого марша" В. Моцарта, пьесы "Зима" Р. Шумана и "Колыбельная" В. Ребикова. Музыка Моцарта светлая, жизнерадостная, а Шумана, напротив, тяжелая, напряженная. Музыка Ребикова спокойная, умиротворяющая, занимающая как бы промежуточную позицию. Таково мнение музыкантов-экспертов. Длительность звучания каждого музыкального произведения, а так-

* Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ (проект 96-03-04332).

же интервал между прослушиваниями составляли одну минуту.

Существуют разные методы изучения музыкального восприятия [1, 5, 9]. Методы психолингвистики и психосемантики, разработанные для "объективной презентации субъективных смыслов" [8, 16], наиболее подходят для решения нашей задачи, поскольку позволяют получать количественные данные, легко поддающиеся сопоставлению с численными электрофизиологическими параметрами. В нашем эксперименте содержание музыкального образа, возникающего при прослушивании музыкального произведения, изучалось с помощью методики однополюсного семантического дифференциала. Испытуемым предъявляли 18 шкал, отражающих определенное настроение, состояние или динамические характеристики музыки (радостная, печальная, стремительная, спокойная и т.п.). Они оценивали степень выраженности каждого признака в прослушанной музыке по шкале от 0 до 10 баллов.

Общая процедура эксперимента была следующей: после прослушивания каждого музыкального отрывка испытуемых просили описать, о чем эта музыка, какие она выражает чувства и настроения, а также все, что они сами хотели сказать об этих фрагментах. Такие неформальные описания учитывались при анализе. После этого испытуемые оценивали музыку по методу однополюсного семантического дифференциала, выставляя численные оценки. По желанию они могли прослушивать музыку несколько раз. В этот же день у них записывали ЭЭГ. К моменту регистрации ЭЭГ ни одно из музыкальных произведений не было для испытуемого новым.

Обработка данных. Поскольку каждый из 47 испытуемых слушал музыку трех разных композиторов, всего в нашей базе данных оказалась 141 запись ЭЭГ. Каждый из 5-с отрезков такой записи в каждом из 6 отведений подвергался быстрому преобразованию Фурье. Затем частотная ось от 0.2 до 25.6 Гц разбивалась на отрезки различной длины с шагом 0.2 Гц. Выделили классические частотные диапазоны: дельта (0.2–3.8 Гц), тета (4.0–7.8 Гц), альфа (8.0–12.8 Гц) и бета (13.0–25.6 Гц). В каждом диапазоне вычисляли среднее значение мощности колебаний и доминирующую частоту, а также их стандартные отклонения.

Кроме классического разбиения частотной оси использовали и другие, более дробные, а также более крупные разбиения, например объединяя тета- и альфа-диапазоны и вычисляя параметры обобщенных таким образом колебаний. Еще один ряд показателей отражал связи между разными полями коры больших полушарий. Использовали показатели синхронизации колебаний по М.Н. Ливанову. Однонаправленные колебания потенциалов в сторону позитивности в каждый момент времени в билатерально симметричных отведениях принимали за единицу, все остальные случаи — за нуль. Ряды из нулей и единиц в каждом отведении сравнивали друг с другом. Вычисляли относительное число синхронных колебаний за короткий промежуток времени, равный одной секунде.

Кроме того, подсчитывали число пересечений нулевого уровня в обе стороны в каждом отведении за один и тот же отрезок времени. В обоих случаях вычисляли средние значения и стандартные отклонения частоты таких событий.

В общей сложности каждый 5-с отрезок позволял вычислить 302 параметра ЭЭГ. В уравнения множественной регрессии для прогноза субъективных оценок музыки входила небольшая часть параметров из этого множества. Такие параметры называются предикторами. В качестве предикторов мы отобрали семь параметров ЭЭГ, наиболее сильно связанных по результатам нашего предварительного анализа с психологическими показателями и при этом входящих в регрессионные уравнения для всех музыкальных произведений. При отборе предикторов учитывалась их толерантность, равная разности между единицей и квадратом коэффициента множественной корреляции. Предикторы с толерантностью меньше 10% не использовали для прогноза. Функциями семи ЭЭГ-предикторов были 18 психологических показателей — шкал семантического дифференциала. Профиль, вычисленный по ЭЭГ-показателям, сопоставляли с реальным профилем психологических оценок.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Параметры ЭЭГ, в наибольшей степени связанные с субъективными оценками музыки, вычислили по коэффициентам корреляции между всеми ЭЭГ-параметрами и психологическими показателями. В группу предикторов вошли ЭЭГ-параметры, только максимально связанные с психологическими показателями и одновременно общие для всех музыкальных произведений. То есть было найдено то общее, типичное, что в электрофизиологическом плане характеризует восприятие разных музыкальных произведений.

По всему массиву испытуемых рассчитали уравнения множественной регрессии с семью параметрами, состоящими из найденных ЭЭГ-предикторов и одного свободного члена. Предикторами выступили показатели частоты и амплитуды колебаний.

В диапазоне тета-ритма это были показатели частоты колебаний в затылочной области справа (H62) и мощности колебаний в затылочной области слева (M52). В диапазоне альфа-ритма, в его низкочастотной части (7.8–9.0 Гц): частота (F62) и мощность (A62) колебаний в затылочной области справа. В диапазоне бета-ритма (13.0–25.6 Гц): частота колебаний суммарно в обеих лобных областях (H74) и в центральной области справа (C44) в диапазоне от 19.0 до 25.6 Гц. Наконец, последний, седьмой, предиктор — амплитуда колебаний, усредненных без учета знака по всем отведениям (AM1) и тактам при частоте съема 100 тактов в секунду (в мкВ).

Показатели мощности колебаний (A62 и M52) даны в относительных единицах, процентах по отношению к мощности колебаний во всех диапазонах. В приведенных таблицах и уравнениях показатели частоты (Гц) умножены на 10.

Найденные 7 предикторов вошли в 54 уравнения множественной регрессии, по 18 уравнений

Таблица 1. Психологический (REA) и электрофизиологический (PRD) профили испытуемого BAT для музыки Ребикова

Показатель	REA	PRD
ZAD	0	4
LIK	0	8
POR	0	7
TAG	0	8
STR	0	16
ENE	10	8
NAP	10	21
RAD	40	25
TOS	50	54
MIA	80	63
SDE	90	68
PRI	90	69
DOB	80	80
SPO	90	71
PEH	90	81
NEJ	100	74
SVE	100	77
GRU	100	80

Примечание. Коды шкал семантического дифференциала: RAD – радостная, ZAD – задумчивая, LIK – ликующая, PEH – печальная, TOS – тоскливая, GRU – грустная, SPO – спокойная, SDE – сдержанная, ENE – энергичная, POR – порывистая, STR – стремительная, NEJ – нежная, MIA – мягкая, SVE – светлая, NAP – напряженная, TAG – тяжелая, PRI – приятная, DOB – добрая.

для каждого музыкального произведения. Например, уравнение для прогноза по ЭЭГ такой характеристики музыки Ребикова, как спокойная (SPO), выглядит следующим образом:

$$SPO = 125.667 + 1.436 \cdot mM52 + 0.301 \cdot rF62 - 0.757 \cdot rM52 - 0.893 \cdot sC44 - 0.040 \cdot rH62 + 0.003 \cdot mAM1 + 0.532 \cdot mC44 - 0.144 \cdot sAM1,$$

где m, r, s – обозначения музыки Моцарта, Ребикова и Шумана. Выражение rM52 – мощность колебаний в затылочной области слева в диапазоне низкочастотного альфа-ритма при прослушивании музыки Ребикова. Отрицательный знак коэффициента 0.757 указывает на то, что высокая мощность подобных колебаний во время прослушивания музыки Ребикова сопряжена с низкой

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между реальными и теоретическими профилями, выведенными из ЭЭГ, для 47 испытуемых

Испытуемые	REB	MOZ	SHU
BAT	98	96	76
YUD	96	88	77
ZEM	96	92	93
ORL	96	40	60
VER	96	39	91
NOV	95	94	75
GOR	95	93	89
NIK	95	86	76
RUS	95	95	71
BAS	95	95	67
SMI	94	80	94
DMI	94	94	78
PAN	93	75	53
VIH	93	93	79
VTO	93	94	76
LEB	93	87	88
STA	93	87	85
MAL	93	92	86
TIH	92	96	93
SER	92	85	53
GUR	92	79	8
SHA	92	87	88
KUZ	92	78	73
DRO	92	93	87
SVA	92	92	72
PAV	91	95	88
SLO	90	93	68
ALE	89	75	61
KOS	89	54	69
DOR	88	91	82
GAL	87	94	77
MAN	87	80	62
GUS	85	94	90
BEL	84	89	69
SHE	83	75	74
ALL	83	96	72
POD	82	92	83
ORV	79	93	64
KOC	76	95	77
ISA	75	86	86
GRU	75	93	54
GOL	72	68	68
MEL	70	81	55
TRO	69	18	41
BOJ	69	84	82
MAK	61	95	86
ANT	43	90	55

Таблица 3. Музыкальные профили субъективных оценок произведений разных композиторов

Признак	Ребиков			Моцарт			Шуман		
	Срд	Стд	Кор	Срд	Стд	Кор	Срд	Стд	Кор
RAD	162	175	64	787	224	56	42	82	62
ZAD	13	38	46	716	254	56	21	70	72
LIK	31	80	48	529	284	59	73	140	49
PEH	773	180	44	82	107	45	555	267	51
TOS	546	253	55	57	130	62	412	299	57
GRU	806	170	43	98	158	57	584	255	51
SPO	775	208	42	147	150	46	427	276	51
SDE	491	250	59	112	151	54	558	257	62
ENE	114	147	66	800	221	59	296	225	46
POR	82	137	63	502	275	58	268	272	60
STR	62	120	62	717	238	44	201	236	53
NEJ	680	247	47	327	205	41	194	192	64
MIA	681	205	53	400	206	46	217	209	51
SVE	699	234	50	804	176	49	183	175	49
NAP	162	153	59	151	181	67	685	276	58
TAG	170	179	56	60	159	69	678	255	51
PRI	677	249	52	731	217	55	375	256	50
DOB	673	206	41	674	204	43	328	217	43

субъективной оценкой, выставленной испытуемым для такой музыки по шкале "Спокойная".

Еще пример: для испытуемого BAT по данному уравнению вычислена теоретическая оценка с учетом его индивидуальных ЭЭГ-показателей. Оценку (71) можно найти в табл. 1 в строке "SPO" (колонка PRD). В соседней колонке REA указаны реальные значения (90). Значения остальных 17 показателей для музыки Ребикова вычислены аналогично 17 соответствующим уравнениям.

Высокая корреляция между предсказанными по ЭЭГ (PRD) и реальными (REA) суждениями данного испытуемого относительно музыки Ребикова очевидна. Во всех остальных случаях она тоже высокая, и это можно видеть в обобщенной для всех испытуемых табл. 2.

Название колонки (см. табл. 2) соответствует музыке определенного композитора. Коэффициенты корреляции вычислены по результатам измерения разных показателей у одного и того же испытуемого. Так, для испытуемого BAT (табл. 1) коэффициент для музыки Ребикова равен 98%. Критическое значение коэффициента корреля-

ции, вычисленное по 18 шкалам, равно 27% при уровне значимости 0.05.

В табл. 1 и 2 представлены индивидуальные прогнозы, а в следующих таблицах – усредненные данные по всем испытуемым для каждой шкалы.

В табл. 3 приведены усредненные по группе музыкальные профили субъективных оценок для произведений разных композиторов.

Указаны средние значения (Срд), стандартные отклонения (Стд) и коэффициенты корреляции (Кор) реального и вычисленного по параметрам ЭЭГ профилей субъективных оценок (RAD...DOB) музыкальных произведений трех авторов для группы из 47 чел. Все числа увеличены в 100 раз. Например, величина 162 в строке RAD для музыки Ребикова означает, что в среднем по группе для 47 чел. оценка такой характеристики, как радостная, равна 1.62 балла (весь диапазон оценок от 0 до 10), а стандартное отклонение (175) – 1.75 балла. Коэффициент корреляции между вычисленной величиной и реальной (62) для одного и того же признака 0.62.

Таблица 4. Список ЭЭГ-предикторов для прогноза психологических оценок музыкальных произведений, ранжированных по частоте вхождений в уравнения регрессии

Предиктор	Абсол.	Частота
Всего	432	1000
sC44	30	69
rC44	29	67
rF62	28	65
rM52	25	58
mM52	24	56
sAM1	23	53
rH74	22	51
mAM1	21	49
rH62	21	49
rAM1	20	46
mH62	20	46
sH74	19	44
sF62	19	44
rA62	18	42
mH74	18	42
sH62	18	42
mA62	18	42
mC44	16	37
mF62	15	35
sM52	14	32
sA62	14	32

Видно, что профили разные; все они достоверно определяются индивидуальными параметрами ЭЭГ испытуемых, судя по коэффициентам корреляции, намного превышающим критическое значение 0.27.

Подчеркнем, что коэффициенты корреляции во всех случаях положительны и значимо отличаются от нуля. Следовательно, по параметрам ЭЭГ, снятым во время прослушивания музыки, можно уверенно рассчитывать значения субъективных оценок, характеризующих музыкальный образ.

Параметры ЭЭГ, необходимые для расчета психологических показателей, имеют разный вес, который определяется по частоте вхождений того или иного показателя в регрессионные уравнения. По условиям обработки в уравнения входили ЭЭГ-параметры, которые были наиболее сильно связаны с прогнозируемыми психологическими величинами и в то же время в наименьшей степе-

ни дублировали друг друга, о чем судили по коэффициентам корреляции показателей ЭЭГ между собой. Список параметров, ранжированных по частоте включения в различные уравнения регрессии, приводится в табл. 4.

В колонке "Предиктор" находятся коды предикторов, расшифрованные в начале раздела "Результаты". В колонке "Абсол." приведены абсолютные числа вхождений данного предиктора в уравнения множественной регрессии, а в колонке "Частота" указано число наиболее часто встречающихся предикторов, про milli. Например, частота колебаний в центральной области справа (rC44, mC44 и sC44) в диапазоне высокочастотного бета-ритма от 19.0 до 25.6 Гц служит самым информативным предиктором, входящим 75 раз в 54 уравнения, что согласуется с данными Петче [17] об информативности бета-частот для кодировки музыкальных образов в ритмах ЭЭГ.

Параметры низкочастотного альфа-ритма (A62 и F62) отражают, возможно, колебания внимания. Вместе с тем музыкальные произведения изменяют амплитуду колебаний и в низкочастотной, и в высокочастотной половинках альфа-диапазона, причем низкочастотный компонент более вариабелен во времени, особенно в первую минуту прослушивания музыки. Были изучены феномены вызванной десинхронизации (депрессии амплитуд) и синхронизации альфа-ритма (см. [14]). Обзор исследований по изменению ЭЭГ-показателей в процессе восприятия речи и музыки опубликован Бомоном [11].

О том, как изменяются от человека к человеку параметры ЭЭГ, служащие предикторами музыкального восприятия, можно проследить по данным табл. 5, в которой приводится пример реальных оценок музыки Шумана по шкале "Нежная" однополюсного семантического дифференциала и оценок, вычисленных по уравнению множественной регрессии с учетом индивидуальных параметров ЭЭГ, записанных при прослушивании всех трех тестовых произведений Шумана, Моцарта и Ребикова. Видно, что показатели колеблются, как правило, в узких пределах, но этого достаточно для точного прогноза. Коэффициент корреляции между прогнозируемыми и реальными величинами 0.64, что намного выше критического значения, равного 0.27 при 5%-ном уровне значимости его отличия от нуля.

Таким образом, решена главная задача. Мы установили, что субъективные переживания, вызванные музыкой разных композиторов и выраженные в субъективных оценках по шкалам семантического дифференциала, достоверно определяются параметрами ЭЭГ. Это утверждение справедливо для каждой из 18 шкал без исключения.

Таблица 5. Реальные (NEJ) и предсказанные по ЭЭГ (PRO) оценки музыки Шумана по шкале “Нежная” для каждого из 47 испытуемых

Исп.	NEJ	sH74	mM52	sC44	rH62	sA62	sH62	sM52	mF62	95%	PRO
BAS	0	174	11	210	56	15	59	12	81	7	5
POD	0	161	19	193	56	7	55	15	82	6	5
TIH	0	142	40	203	55	23	61	19	81	7	5
RUS	0	173	15	214	55	19	59	12	82	7	5
BOJ	0	166	15	216	60	2	54	7	82	6	6
ZEM	0	163	46	209	69	17	68	28	82	6	6
GOR	0	153	31	209	57	6	55	14	86	6	8
PAN	0	159	17	214	56	9	55	13	85	6	12
ORL	0	177	7	224	57	11	58	12	86	5	13
ANT	0	167	13	209	59	6	56	11	85	5	15
PAV	0	153	5	209	52	14	54	27	84	5	15
BEL	0	166	11	208	54	21	54	9	85	5	18
BAT	0	169	17	215	60	24	55	20	85	5	17
NIK	10	150	30	219	56	24	55	20	84	6	9
ORV	10	173	6	209	56	4	58	11	84	6	10
SER	10	166	6	213	52	6	55	6	85	6	11
GAL	0	185	8	213	64	8	61	10	87	5	23
SHA	20	190	14	210	51	28	60	13	86	7	5
DRO	10	159	15	216	55	25	60	24	84	5	16
ALL	0	166	14	196	59	14	61	6	85	5	26
VTO	10	175	9	207	60	2	60	8	86	5	18
SLO	10	152	10	194	50	9	57	7	84	5	18
MAN	30	168	28	210	55	8	63	26	86	8	-1
GOL	20	150	12	209	52	20	52	21	81	6	9
GRU	10	163	9	204	55	18	60	22	85	5	20
ISA	10	158	11	208	59	3	61	9	84	5	21
LEB	10	153	13	209	56	12	59	12	85	5	23
KOS	10	168	10	206	60	5	55	8	87	5	23
GUS	30	176	20	210	61	8	61	14	83	6	5
VER	30	178	22	209	59	12	57	7	84	7	5
SHE	30	170	13	204	53	23	51	24	84	6	6
DOR	0	166	12	195	67	27	62	19	82	7	35
TRO	40	182	5	215	55	6	52	10	85	7	4
ALE	30	178	7	221	58	10	61	6	85	5	15
STA	30	163	10	218	58	9	61	16	85	5	18
DMI	20	148	9	210	57	6	54	17	87	6	27
SVA	20	138	5	209	55	6	54	7	84	6	30
SMI	20	132	17	209	55	18	57	7	84	6	32
MAK	30	164	22	200	64	27	60	23	85	6	28
MEL	20	130	14	209	54	10	67	7	85	7	37
KUZ	30	167	7	205	66	3	57	6	84	6	29
MAL	50	152	25	211	61	18	61	15	86	6	27
VIH	50	140	7	192	57	3	56	8	83	6	31
YUD	60	144	9	194	61	43	62	10	86	13	62
NOV	70	154	2	209	60	36	64	7	86	11	55
KOC	80	134	8	204	60	27	66	10	85	11	56
GUR	100	138	7	196	65	7	58	8	84	9	48
Пок.	NEJ	sH74	mM52	sC44	rH62	sA62	sH62	sM52	mF62	95%	PRO
Срд	194	1607	141	2080	577	140	583	133	844	63	194
Стд	231	144	91	74	42	96	39	64	16	17	147
Кор	100	-36	-26	-26	23	23	23	-21	20	69	64
Мкр	-	43	60	47	50	49	56	60	39	-	-
Тол.	-	81	63	77	74	75	68	63	84	-	-
N	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47

Примечание. Исп. – код испытуемого, PRO – прогнозируемая оценка и 95% – ее доверительный 95%-ный интервал. NEJ – реальная оценка. В остальных колонках заголовки являются кодами электрофизиологических параметров, расшифрованных в начале раздела. Внизу: Пок. – статистические показатели, в том числе Срд – среднее значение вдоль колонки, Стд – ее стандартное отклонение, Кор – коэффициент корреляции с первой колонкой всех прочих колонок, Мкр – коэффициент множественной корреляции данного предиктора с остальными. Тол. – толерантность предиктора. N – число испытуемых. Это единственное немасштабированное число. Все остальные числа внизу таблицы увеличены в 100 раз, а в верхней ее части, выше черты, – в 10 раз для удобства представления данных (за исключением колонок с индексами A62 и M52).

Таблица 6. Коэффициенты корреляции между предсказанными по ЭЭГ и реальными значениями оценок музыкальных произведений по 18 шкалам семантического дифференциала

Шкала	REB	MOZ	SHU
ENE	658	590	461
RAD	637	551	613
POR	626	585	599
STR	616	444	535
SDE	592	543	625
NAP	584	666	582
TAG	555	689	504
TOS	550	618	578
MIA	526	466	511
PRI	522	546	503
SVE	495	486	490
LIK	476	584	497
NEJ	470	411	634
ZAD	460	564	716
PEH	437	456	511
GRU	437	566	514
SPO	420	458	506
DOB	417	427	441

Примечание. Коды шкал приведены в левой колонке. Коэффициенты корреляции умножены на 1000 (pro mille). Критическое значение коэффициента 270. Число испытуемых 47. Шифры колонок: REB – Ребиков, MOZ – Моцарт, SHU – Шуман. Кодовые обозначения строк раскрыты в примечании к табл. 1.

О предсказуемости различных музыкальных характеристик по электрофизиологическим показателям говорят данные табл. 6.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обработка данных методами множественного регрессионного анализа дает возможность по ЭЭГ прогнозировать содержание множества шкал семантического дифференциала, т.е. особенности восприятия музыки достоверно отражаются в параметрах ЭЭГ. Наблюдаемые расхождения немногочисленны и невелики. Возможно даже, что в этих случаях электрофизиологические профили точнее отражают переживания испытуемых, чем их собственные, иногда противоречивые, словесные отчеты и оценки.

Ранее нами выявлены электрофизиологические предикторы интеллектуальных способностей человека [6], в основном характеристики колебаний в диапазоне альфа-ритма, включая показатели синхронизации в разных пунктах коры больших полушарий в этом же диапазоне. Создается впечатление, что восприятие музыки связано

больше с тета- и бета-диапазонами, причем с частотно-амплитудными характеристиками правого полушария. Возможно, с этими же показателями связаны признаки музыкальной одаренности.

Соединение электрофизиологического и психологического аспектов в исследовании музыкального восприятия с использованием новейших методов обработки и анализа данных оказалось успешным. Но к настоящему моменту мы можем говорить только о предварительных результатах и не считаем возможным делать четко определенные заключения о способах кодирования музыкальных впечатлений в параметрах ЭЭГ человека. Открытым остается также вопрос о физиологических предикторах музыкальной одаренности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочкарев Л.Л. Психология музыкальной деятельности. М., 1997.
2. Головинский Г.О. О вариантности восприятия музыкального образа // Восприятие музыки. М., 1980. С. 136.
3. Голубева Э.А. Индивидуально-психологические особенности памяти человека (психофизиологическое исследование). М.: Педагогика, 1980.
4. Голубева Э.А. Способности и склонности. М.: Педагогика, 1989.
5. Дорфман Л.Я. Эмоции в искусстве. М.: Смысл, 1997.
6. Лебедев А.Н., Артеменко О.И., Белехов Ю.Н. Диагностика интеллектуальной одаренности по электроэнцефалограмме // Психологическое обозрение. 1997. № 1. С. 34–38.
7. Ливанов М.Н. Пространственно-временная организация потенциалов и системная деятельность головного мозга // Избранные труды. М.: Наука, 1989.
8. Петренко В.Ф. Введение в экспериментальную психосемантику: исследование форм репрезентации в обыденном сознании. М., 1980.
9. Петрушин В.И. Музыкальная психология. М.: ВЛАДОС, 1997.
10. Ражников В.Г. Исследование музыкального исполнительского образа // Вопросы психологии. 1978. № 2. С. 70–80.
11. Beaumont J.C. The EEG and task performance: a tutorial review // Tutorials in ERP research: endogenous components / Ed. A.W.K. Gaillard. UK: North Holland Publishing Company, 1983.
12. Creutzfeldt O., Ojemann G. Neuronal activity in the human lateral temporal lobe. III Activity changes during music // Exp. Brain Research. 1989. V. 77. P. 490–493.
13. Gutjahr L., Bruggerwenrth G., Guvenc O. et al. Die Wirkung altoientaler Musik im EEG // Z. EEG-EMG. 1994. V. 25. P. 126–129.
14. Krause Ch.M., Poern B., Lang A.H., Laine M. Cortical Correlates of Speech and Music Perception as Measured by ERD and ERS // Quantitative and Topological EEG

and MEG Analysis. Third International Hans Berger Congress / Ed. H. Witte. Jena-Erlangen: Druckhaus Mayer. GmBH, 1997. P. 361–363.

15. Lebedev A.N., Artemenko O.I. EEG Indices of Intellectual Abilities // Quantitative and Topological EEG and MEG Analysis. Third International Hans Berger Corn-

gress / Ed. H. Witte. Jena-Erlangen: Druckhaus Mayer. GmBH, 1997. P. 133–135.

16. Osgood Ch. Studies on Generality of affective meaning system // Amer. Psychol. 1962. V. 17. P. 10–28.
17. Petsche H., Pockberger H., Rappelsberger P. Musikrezeption, EEG und muzikalische Vorbildung // Z. EEG-EMG. 1985. V. 16. P. 183–190.

ELECTROPHYSIOLOGICAL PREDICTORS OF SUBJECTIVE ESTIMATIONS OF MUSIC OF DIFFERENT COMPOSERS

A. N. Lebedev*, T. S. Knyazeva**

*Dr. sci. (biology), professor, head of the lab. of psychophysiology, IP RAS, Moscow

**Cand. sci. (psychology), sen. res. ass. of the same institute

The hypothesis that peculiarities of perception and experience are specifically reflected in parameters of EEG when hearing through the musical compositions is verified. It was proposed that emotions evoked by music change the patterns of electroencephalogram. The combinations of parameters coding music image were revealed. In investigation 47 healthy Ss heard through the different music and estimated it by 18 scales. It was revealed that EEG recorded during the hearing through music was changed in teta- and beta-diapasons with frequency-amplitude characteristics of right hemisphere. This fact is distinguished from the data on coding of human intellectual activity when the characteristics of fluctuation in diapason of alpha-rhythm in different points of cortex are the electrophysiological predictors.

Key words: electroencephalogram, music perception, prognosis.