

УДК 159.938

## РЕСУРСНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ПСИХОАКУСТИКЕ<sup>1</sup>

© 2019 г. Н. А. Алмаев\*, С. О. Скорик\*\*, А. А. Медынцеv\*\*\*,  
Ю. В. Бессонова\*\*\*\*, В. А. Садов\*\*\*\*\*, О. В. Мурашева\*\*\*\*\*

*Институт психологии РАН;*

*129366, г. Москва, ул. Ярославская, 13, Россия.*

*\*Профессор РАН, доктор психологических наук, ведущий научный сотрудник.*

*E-mail: almaev@mail.ru*

*\*\*Аспирант. E-mail: stanskorik@mail.ru*

*\*\*\*Кандидат психологических наук, старший научный сотрудник.*

*E-mail: medintseff@yandex.ru*

*\*\*\*\*Кандидат психологических наук, старший научный сотрудник.*

*E-mail: farandi@mail.ru*

*\*\*\*\*\*Кандидат психологических наук. E-mail: sadov1952@mail.ru*

*\*\*\*\*\*Кандидат психологических наук, ассоциированный научный сотрудник.*

*E-mail: olgalogatskaia@gmail.com*

Поступила 20.02.2018

*Аннотация.* Предлагается ресурсно-ориентированный подход к объяснению переживания акустических явлений, с опорой на понимание ресурса с позиций теории функциональных систем П. К. Анохина. Вслед за Э. Куртом недостаток ресурсов, необходимых для переживания акустических явлений, воспринимается как напряжение, тогда как их достаточный уровень — как расслабление. В поддержку описанного подхода приводятся результаты серии экспериментальных исследований. Исходя из того что такие физические характеристики звука, как набор частот сигнала, их интенсивность и длительность, влияют на восприятие совместно, остается неясно, какие именно из характеристик реального звука в большей степени влияют на его восприятие и оценивание в каждом конкретном случае. Для углубленного изучения психофизиологических механизмов восприятия звука предложен принцип изолированного варьирования отдельных параметров звука при экспериментальном контроле остальных. Представлены примеры и результаты исследований в трех направлениях: а) субъективная локализация воспринимаемых акустических стимулов в человеческом теле; б) интенсивность и темп акустических стимулов в их совместном влиянии на человеческий организм; в) изучение феномена тональности, поиск психофизиологических механизмов восприятия мажора и минора. Показано, что все три основные характеристики звука совместно влияют на его восприятие, однако роль каждой из них различна; описаны психофизиологические особенности восприятия при варьировании указанных характеристик. Полученные результаты обсуждаются с позиций предложенного ресурсно-ориентированного подхода.

*Ключевые слова:* психоакустика, психофизиология, телесная локализация звуков.

DOI: 10.31857/S020595920004601-7

Способность музыки вызывать мощные, поглощающие эмоциональные состояния представляет собой, возможно, один из величайших вызовов для современной психологии. Ее постоянно изменяющийся объект бросает вызов привычным способам построения теории, которые в значительной степени до сих пор еще относятся к “аристотелевскому” (в смысле Курта Левина) типу. Также этот

предмет является вызовом и для распространенных путей решения проблемы значения. В отношении языка еще можно сказать, что значение основывается на референции или денотате (Фреге). Но в отношении музыки денотатом являются последовательности звуков, которые ничего во внешнем мире не обозначают и вместе с тем обладают властью почти мгновенно погружать людей в определенные психические состояния, и даже более того — передавать абстрактные идеи таких состояний. Не будь музыка столь абстракт-

<sup>1</sup> С 2016 г. работы поддерживаются грантом РФФИ № 16-06-00487.

ной, какой-либо один фрагмент не мог бы относиться к неопределенному множеству различных переживаний неустановленного числа людей, объединенных лишь схожестью психических состояний, индуцируемых им. Тем не менее возможность погружения себя в определенное состояние путем прослушивания соответствующих композиций основывается именно на этом абстрактном характере музыки. Для того чтобы предложить объяснение данному феномену, Н.А. Алмаев [13; 2, с. 149–176] обратился к гуссерлевскому концепту интенциональности, т.е. направленности на внутреннюю репрезентацию объекта (ноэму, в терминах Гуссерля), в том числе и такого предмета, как “не-что вообще” (*etwas ueberhaupt*). Н.А. Алмаевым с опорой на теорию функциональных систем П.К. Анохина предложена следующая психофизиологическая интерпретация интенциональности в гуссерлианском смысле: интенция — это сформированный в ходе предшествующего опыта эфферентный, управляющий импульс, направленный к периферии из относительного центра ЦНС, а чувственное осуществление интенции — продукт обратной афферентации. Тем не менее сама по себе эта психофизиологическая интерпретация недостаточна для описания психических состояний, индуцируемых музыкой и вообще акустическими событиями. Все-таки психическое состояние есть весьма своеобразное “*не-что*”. Гуссерлианская феноменология всегда имеет дело с сознанием. Но сознание, как нетрудно заметить из непосредственного опыта (особенно когда надо на чем-то сконцентрироваться), — весьма и весьма конкурентная среда. Его содержания, “мысли” (интенциональные объекты, “ноэмы” по Гуссерлю) находятся в постоянной борьбе за свое место в нем. Очевидно, для этой борьбы им требуются ресурсы. Принимая в расчет, что за каждой “мыслью” стоит по меньшей мере одна функциональная система, в этом нет ничего удивительного. Ресурсы тогда — это вновь образуемые нейронные связи, а также метаболизм нейронов, уже объединенных в устойчивые ансамбли. Как правило, это (т.е. относительный центр ЦНС) находится на стороне одного интенционального объекта и вместе с ним противостоит остальным. Это ищет ресурсы и обеспечивает нужный ему объект ими. Также оно ищет ресурсы, чтобы справиться с воздействием неожиданно сильного или/и продолжительного внешнего стимула. Руководствуясь такими соображениями, было предложено [13; 2, с. 149–176] понимать широко распространенный термин “психическая энергия” как потенциальность сохранения интенционального объекта в сознании. Психическая энергия понималась как ресурс в вы-

шеуказанном широком смысле. В наши дни, поскольку сам термин “ресурс” закрепился в психологии в качестве самостоятельного понятия, например [10], необходимость употреблять термин “психическая энергия” в таком значении отпала.

Были предложены две основные функции управления ресурсами:

- 1) поиск (запрос) ресурсов;
- 2) оценка их имеющегося уровня.

Эти функции могут рассматриваться в качестве измерений пространства эмоциональных состояний.

Эмоциональные состояния негативной валентности, как, например, острое горе, стресс, сопровождаемый тревогой, характеризуются интенсивным поиском ресурсов, в то время как их наличный уровень низок. Наоборот, ощущения радости и свободы характеризуются низким (слабоинтенсивным) поиском ресурсов, в то время как их наличный уровень высок. Состояние направленной активной деятельности соответствует высокой интенсивности запроса в сочетании с высоким уровнем наличных ресурсов, а состояние апатии, депрессивного состояния без тревоги — низкой интенсивности как запроса, так и доступного уровня ресурсов. С помощью внутренней рефлексии психические состояния воспринимаются и могут быть сообщены и восприняты посредством порождаемого или воспринимаемого изменения звука, причем без полной реконструкции конкретного жизненного переживания, без отнесения к конкретным предметам и обстоятельствами жизненной ситуации, в которой они были исходно порождены. Именно поэтому одно и то же музыкальное произведение может относиться ко множеству сходных процессов переживания различных людей в различных ситуациях. Здесь особое значение приобретает гуссерлевская идея, пронизывающая все его творчество, заключающаяся в том, что идеальное значение может быть воспринято на основе одного-единственного частного случая (поскольку оно относится к интенциональным связям, а не к чувственным данным). Недостаток ресурсов воспринимается как напряжение, тогда как их достаточный уровень — как расслабление. Музыкальный опыт является результатом создания последовательности напряжений и расслаблений, вызываемых изменениями звука. Звук способен создавать напряжения и расслабления в силу резонансных механизмов и проприоцепции от мускулатуры, обеспечивающей порождения соответствующих звуков. Гуссерлевское учение о внутренней временности сознания (т.е. базовые интенциональ-

ные модификации — импрессия, ретенция, протенция, актуализация, см. [5]), принимается и активно используется. Функции ресурсного менеджмента как являются вспомогательными для выполнения требуемых интенциональных модификаций, так и могут становиться их предметом. С одной стороны, ресурсы необходимы для обеспечения протенции и других модификаций интенциональных и воспринимаемых объектов, их частей, внешних окружений и пр. С другой стороны, сами они становятся предметом интенциональных модификаций — воспринимаются, протендируются, ожидаются, вспоминаются и даже понимаются в абстрактной форме. В данной связи интересно отметить также, что Гуссерль и его учитель Brentano в ходе разработки ими теории внутреннего сознания времени опирались на восприятие затухающего и проходящего звука (см. [5, гл. 1]). В данной теоретической перспективе, любое количественное изменение в характеристиках звука может интерпретироваться в терминах поиска и оценки доступных ресурсов. Среди авторов, в чем-то близких данному подходу, следует прежде всего упомянуть П.В. Симонова [9] с его идеей, что валентность эмоции определяется разностью между необходимыми и имеющимися у субъекта для решения задачи средствами, Д. Канемана с его идеями ресурсности [16], швейцарского музыковеда Э. Курта [18] с положениями о передаче эмоций в музыке путем создания напряжений и последующих расслаблений и А. Лоуэна с замечаниями о телесной локализации и символизме звука, присутствующими во множестве его работ. Вместе с тем важно подчеркнуть, что прямая преобладанность данного подхода имеется только в отношении теоретических построений Э. Гуссерля и П.К. Анохина, о чем кроме вышеизложенного см. [2, с. 149–176] и [13].

Лабораторные эксперименты, основанные на этих теоретических конструктах, последовали через десять лет. Они базировались на понимании того, что все характеристики звука, такие как набор частот, их постоянно меняющаяся интенсивность и длительность, влияют на восприятие звука совместно. В результате непонятно, какие из характеристик звука влияют на его восприятие в большей степени. Эта проблема может быть решена лишь посредством изолированного варьирования одного-двух параметров звука при неизменности всех остальных.

## ЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### А. Субъективная локализация воспринимаемых звуков в теле

Проблема невербальной (точнее, нелексической) передачи смысла звуком едва ли может быть решена без тщательного исследования субъективного восприятия звука. Существует огромная разница в субъективном и объективном описании этих процессов. Например, имеется термин “брюшное дыхание”, причем субъективно может действительно казаться, что живот наполняется вдыхаемым воздухом. Это, разумеется, не так, воздух не проходит из легких в живот, однако мышцы пресса при дыхании сокращаются и расслабляются совместно с диафрагмой, поэтому нельзя сказать, что данный термин основан на совсем уж беспочвенной иллюзии. Взаимодействие между субъективным и объективным описанием процесса — предмет тщательного психофизиологического исследования. С психологической стороны было важным разработать метод для регистрации субъективной локализации воспринимаемых звуков. Другой задачей исследования были проверка и обобщение идеи о том, что восприятие звука подразумевает оценку воспринимающим организмом возможности его породить. Эта идея вытекает, в частности, из моторной теории речи, а также из множества других подобных находок, предшествующих, современных ей и последующих (см. [8, с. 276–283]).

Поскольку механизм резонанса, как представляется, опираясь на фундаментальные работы отечественной психологии (Жинкин, Морозов [7]), играет особую роль в данном процессе, гипотеза была сформулирована в отношении резонаторов человеческой голосовой системы: акустические стимулы различных частот имеют различную субъективную локализацию, соответствующую голосовым резонаторам, в наибольшей степени участвующим в рождении данного звука.

Методика приведена в [1; 12]. Ее наиболее характерной особенностью является то, что испытуемых просили отметить нижнюю границу ощущения, относящегося к звуку данной высоты.

### Результаты

Результаты содержатся в работах [1; 12], поэтому здесь приведем лишь их представление в графической форме (рис. 1), которое не было опубликовано ранее.

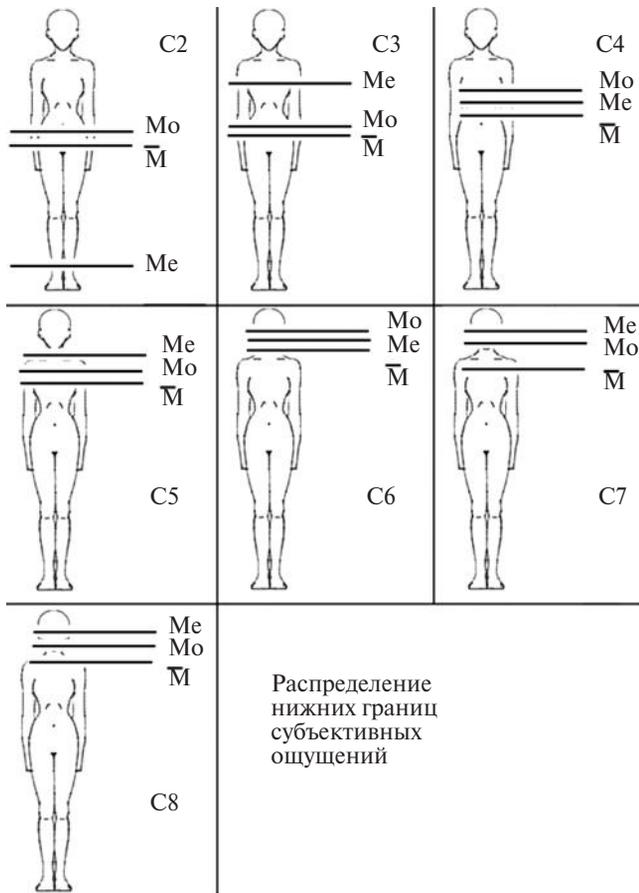


Рис. 1. Распределение нижних границ звуков различной высоты

### Обсуждение результатов

Полученные данные могут рассматриваться как подтверждение экспериментальной гипотезы. Отличия в субъективной телесной локализации акустических стимулов различных частот надежны и могут быть связаны с группами резонаторов голосовой системы человека, при этом резонаторы головы работают как единое целое. Возможно, что схожая картина может получиться, если каким-то образом регистрировать субъективные ощущения при интонировании звуков различных частот, однако ни одной попытки интонировать данные шумовые стимулы со стороны испытуемых не было зафиксировано через коммуникационные микрофоны.

### Выводы

Данное исследование позволяет понять, почему звук является столь императивным для поиска психических ресурсов во время его восприятия. Это происходит потому, что *каждый воспринимаемый акустический сигнал оценивается воспринимающим организмом с точки зрения возможности порождения такого сигнала*. По-видимому, речь идет об эво-

люционном механизме, позволяющем таким способом оценивать относительные физические возможности особей и степень их мобилизации.

### Б. Темп и интенсивность стимулов в их совместном влиянии на состояние человеческого организма

В музыкальной психологии со времен Э. Курта [20] принято считать, что эмоции порождаются в результате создания напряжений и последующих расслаблений. Более поздние исследования концентрировались в основном на тональных характеристиках напряжения и расслаблений [21; 22], при этом роль таких параметров, как интенсивность и темп стимулов в создании напряжения, специально не изучается. Однако темп играет значительную роль при создании ожиданий, которые, в свою очередь, важны для выражения той или иной музыкальной идеи. В нашем исследовании [12; 13] было показано, что напряжение в значительной степени зависит от ожидания и оба во многом определяются темпом предъявляемых последовательностей стимулов. Стимулы представляли собой пульсации, различающиеся по длительности периода и звукового посыла. Звуковые послы были унифицированы по всем своим характеристикам — интенсивность 70 дБ, характер звука — белый шум, ширина спектра — одна октава, центр — А5 — 880 Гц, форма огибающей по интенсивности — прямоугольная<sup>2</sup>. Изменялись только длительность стимулов (50 мс, 150 мс, 300 мс) и периодов пульсаций, т.е. пауз между звуковыми посылками (от 100 до 1500 мс с шагом 100 мс). Испытуемым было предложено оценить их по следующим шкалам, сформированным на основе предварительно проведенного контент-анализа свободного описания данных стимулов: “напряжение — расслабление”, “что-то произойдет — ничего не произойдет”, “спокойствие — раздражение”, “приближение — удаление”, “замедление — ускорение”, “скука — интерес”, “рассеянность — сосредоточение”, “спокойствие — тревога”, “индустриальное — природное происхождение звука”.

Главной целью исследования было выяснить, что (при неизменной интенсивности) в большей степени влияет на создание напряжения: абсолютные характеристики длительности (период, т.е. стимул + пауза) или относительные (скважность — отношение длины стимула к длине паузы). В результате была выяснена решающая роль длины периода пульсации и даже, более того, — длины паузы в создании напряжения.

<sup>2</sup> Длительность атаки и затухания — около 15 мс.

**Таблица 1.** Корреляции между продолжительностью периода пульсации и шкалами субъективной оценки стимулов. Значимость  $p < 0.01$  ( $N = 1485$ ).

Шкалы субъективной оценки	Период
Расслабление — Напряжение	-0.35
Спокойствие — Раздражение	-0.25
Удаление — Приближение	-0.24
Замедление — Ускорение	-0.55
Отвлечение — Концентрация	-0.30
Безразличие — Желание действовать	-0.34
Спокойствие — Тревога	-0.26
Скука — Интерес	-0.32
Что-то произойдет — Ничего не произойдет	-0.26

Также было обнаружено, что зависимость ожиданий от темпа характеризуется существенной нелинейностью с по меньшей мере одной точкой разворота тенденции в районе секунды (от 950 до 1050 мс). С точки зрения ресурсного подхода отношения между ожиданием, напряжением и темпом могут быть описаны как интенсификация поиска ресурсов для совладания с предстоящими раздражителями. Чем выше темп (т.е. чем короче период), тем интенсивнее поиск и, соответственно, тем выше напряжение. Но после длины периода в 950 мс (или длины паузы в 800 мс) начинается протенция паузы и оценивается вероятность повторного появления сигналов. Это процесс более высоких уровней сознания, который, в свою очередь, может потреблять ресурсы, а также создавать напряжение — «почему сигнал не появляется»? Рост дисперсии оценок с удлинением периода пульсации указывает на воздействие возможных индивидуальных различий, таких как состояние тревоги.

Это исследование продемонстрировало значительные возможности пульсаций в качестве экспериментальных стимулов. В следующем году оно было дополнено стимулами с интенсивностью 90 дБ и регистрацией ЭЭГ.

### Методика

В 2016 г. было проведено исследование, включающее субъективную оценку акустических стимулов с параллельной регистрацией параметров ЭЭГ. Испытуемым ( $N = 22$ ) предлагались звуковые послы различного темпа, проигрываемые с интенсивностью 70 и 90 дБ. Всем испытуемым сначала предъявлялись стимулы интенсивностью 70 дБ, а затем 90 дБ. Как сами стимулы, так и шкалы для их квалификации были взяты из предыдущего исследования [13]. В 2016 г. предъявлялась только средняя серия: стимулы состояли из прямоугольной звуковой послы фиксированной длины — 150 мс и па-

узы, варьирующейся по продолжительности от 100 до 1500 мс с шагом 100 мс. Стимулы для субъективной оценки предъявлялись в квазислучайном порядке.

Для съема показаний ЭЭГ стимулы были объединены в последовательность от более медленных к более быстрым, общая длина последовательности составила 3 мин 20 с. Для регистрации ЭЭГ использовался энцефалограф Энцефалан-131-03 (Фирма «Медиком МТД»). Регистрация велась монополярно, с 10 отведений, наложенных по системе 10×20: F3, F4, Fz, T3, T4, Cz, P3, P4, Pz, Oz. Во время съема показаний ЭЭГ предъявлялись две таких последовательности, сначала интенсивностью 70 дБ, затем 90 дБ, порядок предъявления не изменялся. Регистрируемая ЭЭГ фильтровалась в полосе частот от 0.5 до 70 Гц. Частота квантования записи составляла 250 Гц.

### Результаты

#### Субъективная оценка

Для субъективной оценки использовались шкалы предыдущего исследования [13].

При интенсивности сигнала в 70 дБ на фоне значительных индивидуальных различий наблюдается то же характерное распределение ответов, что было отмечено в предыдущем исследовании [13], — разнонаправленная динамика при длине паузы выше 900 мс и линейный рост напряжения при убывании длины паузы от 900–800 мс. Стоит отметить хорошую воспроизводимость результатов, точка разворота тенденции остается той же, что в серии 2015 г. — 800 мс паузы + 150 мс послы = 950 мс периода.

При интенсивности сигнала в 90 дБ наблюдается гораздо больший разброс субъективных оценок. Для одних испытуемых такие стимулы выступают как вызывающие значительную степень напряжения даже при низком темпе, для других — как довольно терпимые даже при максимальном темпе. Следует обратить внимание также и на порядок предъявления стимулов. В ходе прослушивания высокоинтенсивных сигналов происходила адаптация испытуемых к громкости, поэтому те, кому пришлось прослушать сигналы быстрого темпа вначале, могли давать более высокие оценки по сравнению с теми, кто прослушал их ближе к концу. Выделяются два локальных максимума напряжения около 1000 мс и около 1300–1400 мс, связанных с ожиданием стимула [13]. Локальный максимум напряжения, связанный с ожиданием стимула, смещается от 1300 мс для 70 дБ к 1400 мс для 90 дБ (рис. 2).

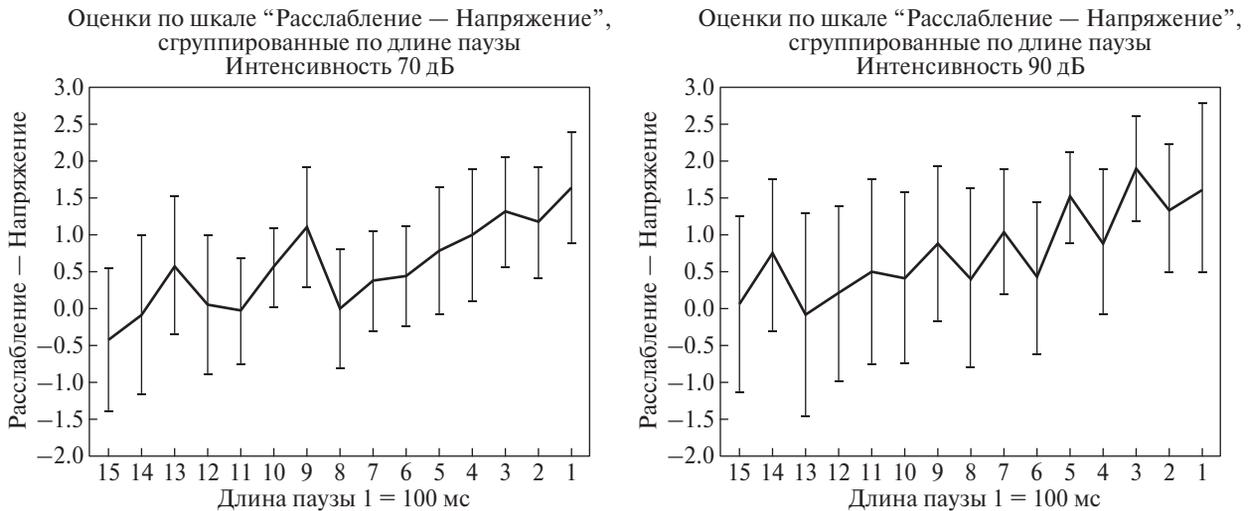


Рис. 2. Оценка стимулов по шкале “Расслабление — Напряжение”. Интенсивность 70 дБ (слева) и 90 дБ (справа)

Примечание: здесь и далее приводятся средние значения с 95% доверительными интервалами.

В целом результаты по шкале ожидания носят при интенсивности стимулов 90 дБ противоречивый и разнонаправленный характер. Квазилинейный участок роста ожидания начинается при длине паузы менее 700 мс; сохраняется локальный максимум в 1000 мс. Немаловажным является то, что в отличие от интенсивности стимуляции при 70 дБ стимулы, предъявляемые с интенсивностью 90 дБ, имели выраженный аверсивный характер, что могло вносить дополнительные искажения в процессы их субъективной оценки. Графики оценок стимулов при интенсивности 90 дБ характеризуются пилообразностью, что, по-видимому, объясняется определенной дезорганизацией когнитивной деятельности в условиях весьма интенсивной стимуляции.

### Результаты исследований с использованием ЭЭГ

Структуры, непосредственно осуществляющие сопоставление имеющихся и требуемых ресурсов, связаны с эмоциями и локализируются, скорее всего, в лимбической системе. В пользу этого свидетельствуют как имеющиеся знания о психофизиологии головного мозга, так и результаты исследования музыкальных стимулов с использованием фМРТ [18]. Однако оценка, совладание с наиболее интенсивными из них и многообразная иная когнитивная переработка производятся посредством и с участием неокортекса, соответственно, данные процессы доступны для исследования с использованием ЭЭГ.

Целью данной серии экспериментов было выяснить влияние громкости повторяющихся сигналов на электроэнцефалографическую активность мозга.

Для обработки результатов использовался многофакторный дисперсионный анализ с множественными сравнениями по Шеффе. В качестве факторов выступали: электрод X наличие/отсутствие звука (*relax/sound*); X интенсивность звука (70 дБ/90 дБ).

В качестве зависимой переменной — мощность спектра ритмов ЭЭГ. Стимулы предъявлялись испытуемым с закрытыми глазами. В ходе обработки вследствие сильной зашумленности отведений Т3 и Т4 высокочастотными артефактами эти электроды были исключены из исследования. Ниже приводятся результаты по отличиям состояний, вызванных акустическим воздействием, от фоновых на уровне значимости  $p < 0.01$ .

### Дельта-ритм

Несмотря на высокое субъективное напряжение, мозговая активность фронтальных областей коры при прослушивании стимулов характеризовалась усилением медленных волн дельта-ритма, характерных для процессов сна. В большей степени это было характерно для стимулов интенсивностью 70 дБ. По-видимому, это связано с неоднократно отмечавшимся эффектом гипнотического воздействия ритмических звуков.

### Тета-ритм

Еще в большей степени данная особенность проявилась в отношении тета-ритма. Характерной особенностью является усиление дельта- и тета-ритмов только в фронтальных областях коры, в остальных областях существенных изменений не происходит.

Тета-ритм рассматривается в литературе также как специфический показатель напряжения [3].

### Альфа-ритм

Как обычно происходит при таких пробах, в наибольшей степени альфа-ритм выражен в спокойном состоянии испытуемых с закрытыми глазами. Звуковая стимуляция с ускорением темпа приводит к его депрессии (снижению количества альфа-волн и уменьшению их амплитуды) причем при 70 дБ депрессия больше, чем при 90. Возможно, что на относительное восстановление альфа-ритма влияла адаптация к стимулам — последовательность 70 дБ всегда предшествовала последовательности 90 дБ.

### Бета-1-ритм

Бета-ритм, обычно связываемый с активностью внимания, деятельностью сознания, в целом более выражен в состоянии покоя за исключением участка F3 — левой фронтальной области коры. При интенсивности 70 дБ данный участок также наиболее активен, а рост интенсивности до 90 дБ, по-видимому, препятствует концентрации внимания и в целом дезорганизует деятельность коры.

### Бета-2-ритм

Активность ритма бета-2 в целом совпадает с активностью ритма бета-1.

### Гамма-ритм

Активность наиболее высокочастотного гамма-ритма в целом почти такая же, как и у бета-1- и бета-2-ритмов.

**Вывод.** Наиболее важной находкой следует признать локальное возрастание низкочастотных ритмов по всей фронтальной зоне коры под воздействием ускоряющегося ритма и повышения интенсивности. Данный феномен проясняет природу мощного суггестивного воздействия музыки на зоны коры, преимущественно связанные с планированием, активным торможением, которые по электроэнцефалографической активности находятся в состоянии, подобном состоянию сна.

Следует также отметить значительную дисперсию ответов, в особенности при возрастании интенсивности сигналов. Это свидетельствует о существенном вкладе внутренних, латентных переменных, связанных с различиями психических состояний испытуемых, а возможно, — и с устойчивыми свойствами их нервной системы, различающимися их между собой. Стоит вспомнить, что реакция

на интенсивный звук использовалась в целях поиска устойчивых темпераментальных свойств еще в исследованиях Ратановой [9].

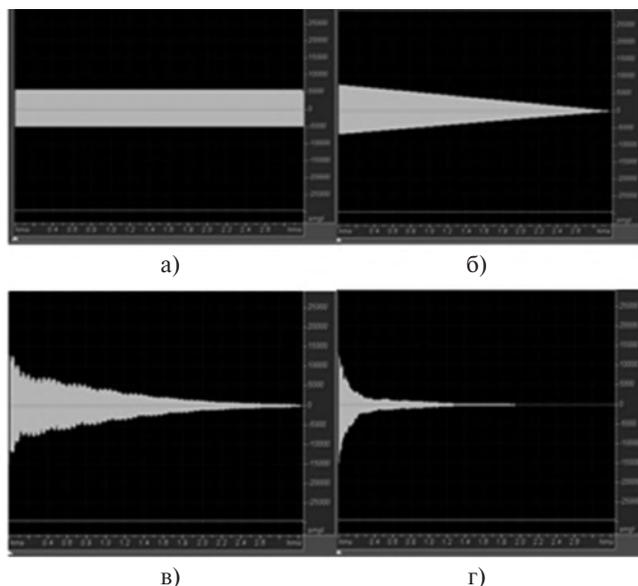
Перспективным для изучения индивидуальных различий выглядит сочетание различных видов анализа ЭЭГ с медиационным анализом субъективных оценок стимулов и субъективным оцениванием собственных качеств с помощью опросников темперамента и характера. Также представляется важным, хотя и затруднительным на фоне имеющихся субъективных различий выяснение отличий в ЭЭГ показателей субъективного напряжения, вызываемого увеличением громкости сигнала и его темпа.

Ввиду своей простоты и нетребовательности к звуковому оборудованию пульсации подобного типа могут легко использоваться в фМРТ-исследованиях для выявления областей мозга, в наибольшей степени связанных с оценкой напряжения и поиском ресурсов.

## В. Исследование тональности, поиск психофизиологических механизмов восприятия мажора и минора

В рамках исследования мажорных и минорных трезвучий в 2016 г. были получены результаты, позволяющие утверждать, что одних только высотных отношений между ступенями трезвучия недостаточно для возникновения эффектов мажора и минора, а следовательно, ключевое значение для эффектов тональности имеет характер затухания интенсивности сигнала (см. обзор в [12]). Был сделан вывод, что отсутствие затухания сигнала практически исключает восприятие мажорности и минорности кем-либо, кроме лиц с профессиональной подготовкой, причем скорее всего в области исполнения на духовых инструментах. Основываясь на полученных результатах, в 2017 г. было проведено дальнейшее исследование, целью которого было установить тип затухания сигнала, при котором имеют место эффекты мажора и минора.

Испытуемые ( $N = 28$ , 14 женщин, 14 мужчин) в основном не имели музыкальной подготовки. Они должны были оценивать стимулы по расширенному набору из 35 шкал. В него вошли как все шкалы, применявшиеся ранее, так и ряд заимствованных из других исследований, в частности [17]. Почти все шкалы были преобразованы в униполярный вид. Повышенное внимание уделялось культурно ожидаемым характеристикам мажорности и минорности.



**Рис. 3.** Стимулы сгенерированные (слева-направо): верхний ряд: а) без затухания (с прямоугольной формой огибающей по интенсивности), б) с линейным затуханием (треугольная форма огибающей по интенсивности); нижний ряд: в) MIDI, г) реальные звуки, взятые профессионалами (сгруженные из звуковых баз данных). Все четыре вида стимулов применялись совместно в квазислучайном порядке, который генерировался для каждого испытуемого отдельно.

### Результаты

Значимые различия между мажорными и минорными трезвучиями были обнаружены только в группе реальных звуков. Даже сгенерированные MIDI трезвучия не распознавались испытуемыми надежно. Подробнее см. в [12], здесь ограничимся перечислением шкал, по которым наблюдались различия между реальными мажорными и минорными трезвучиями — три униполярные — “веселый”, “грустный”, “мажор” и две биполярные — “пессимистичный—оптимистичный” и “негативный—позитивный”. Показательными являются результаты факторного анализа. Целесообразным по результатам *Scree* теста является выделение трех факторов, объясняющих в целом 50% дисперсии.

Первый фактор объясняет 30.4% дисперсии, здесь и далее вращение варимакс, сырые значения, его факторные вклады см. в табл. 2.

Второй фактор объясняет 13.5% дисперсии, его факторные вклады см. в табл. 3.

Третий фактор объясняет 6.2% дисперсии, его факторные вклады см. в табл. 4.

Если с точки зрения ресурсного подхода первый фактор относится к уровню наличной энергии (доступных ресурсов), а второй — к результатам их поиска, то третий фактор крайне примечателен. Вместе с минором выделились такие определения, как “хочется помочь” и “просит”, а на противопо-

**Таблица 2.** Факторные вклады шкал первого фактора, значения более 0.7 и менее -0.7 выделены

Шкала	Значение
Приятный	<b>0.80</b>
Добрый	<b>0.78</b>
Позитивный	<b>0.77</b>
Светлый	<b>0.71</b>
Веселый	0.68
Расслабляет	0.68
Оптимистичный	0.67
Теплый	0.66
Интересный	0.62
Музыкальный	0.62
Тревожный	-0.68
Злой	-0.68
Тяжелый	<b>-0.71</b>
Напрягает	<b>-0.73</b>
Хочется приглушить	<b>-0.74</b>

**Таблица 3.** Факторные вклады шкал второго фактора, значения более 0.7 и менее -0.7 выделены

Шкала	Значение
Энергичный	<b>0.81</b>
Бодрый	<b>0.80</b>
Уверенный	<b>0.73</b>
Возбуждает	<b>0.72</b>
Активный	0.68
Грустный	-0.36
Скучный	-0.47

**Таблица 4.** Факторные вклады шкал третьего фактора

Шкала	Значение
Хочется помочь	0.63
Просит	0.61
Минор	0.57
Уверенный	-0.28
Исправный	-0.34

ложном полюсе — “исправный” и “уверенный”. При этом факторные оценки третьего фактора различают мажорные и минорные трезвучия только в случае затухания сигнала по типу реальных аккордов (результаты по критерию Уилкоксона см. табл. 5).

При этом распределение факторных оценок по первому фактору (рис. 4), равно как и сопостав-

**Таблица 5.** Различия между мажорным и минорными трезвучиями с различными формами огибающей сигнала по интенсивности, критерий Уилкоксона

Тип сигнала	Количество	<i>T</i>	<i>Z</i>	<i>p</i> -уровень
Прямоугольный	111	2839	0.791471	0.428670
Треугольный	108	2727	0.662071	0.507926
MIDI	110	2693	1.072138	0.283659
Реальный	111	240	8.438434	0.000000

ление профилей огибающей (рис. 3) первого и четвертого типа стимулов, свидетельствует о принципиально различном характере временных процессов, стоящих за оценками по первому и третьему факторам. Характерной чертой реальных трезвучий является то, что они значительно короче всех остальных стимулов. Необходимая информация передается реальными аккордами в пределах 300–200 мс или меньше, тогда как стимулы с прямоугольной огибающей относятся к гораздо более длительным процессам поиска ресурсов для совладания со стимулом неубывающей интенсивности.

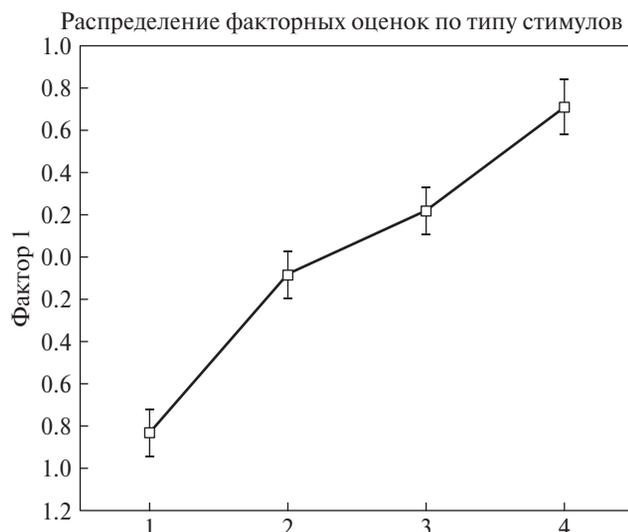


Рис. 4. Распределение факторных оценок фактора 1 по четырем типам затухания интенсивности сигнала: 1 — прямоугольный; 2 — треугольный; 3 — MIDI; 4 — реальный.

### Предварительные соображения о природе феноменов мажора и минора

Принимая во внимание, что мажорность/минорность относятся не к каким-то фиксированным частотам, но лишь к относительному положению третьей ступени, можно предположить, что во время восприятия трезвучия его третья ступень работает как своего рода переключатель, обозначающий либо оппозицию резонаторов головы и гортани к грудному резонатору (минор), либо их совместное действие (мажор). Абстрактное эмоционально-ресурсное определение, соответствующее этому различению, можно сформулировать следующим образом — нечто совершается моим эго без опоры на объективные процессы, “против течения” (минор), нечто совершается моим эго с опорой на объективный ход вещей, во многом “само” (мажор). В такой формулировке данная гипотеза непосредственно приложима к звукам, порождаемым в смешанном голосовом регистре. Для звуков, порождаемых почти исключительно с помощью грудного или головного регистров, приходится допустить,

учитывая, что в любом случае голосовая система работает как единое целое, обобщенный перенос данного принципа на соответствующие частотные диапазоны.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Предложенный подход может помочь в операционализации концептов, относящихся к области явлений, обозначаемой обычно как “эмоции”. В ней нетрудно заметить две тенденции: 1) идущее в большей степени от психофизиологии подчеркивание важности интенсивности процессов при вторичности их качественной направленности и 2) разнообразное теоретизирование о числе и проявлениях так называемых “базовых” эмоций, подчеркивающее их качественный характер. В качестве иллюстрации первого подхода может служить позиция В. Букзайна, следующая в качестве вывода из его статьи [4, с. 65]: “Возможно, в конце своего долгого пути психофизиология эмоций придет к выводу о том, что она занималась по существу лишь количественным, но не качественным разграничением эмоций”. Примерами второго подхода являются популярные классификации эмоций Изарда, Экмана и т.п., а в приложении к акустическим явлениям — известный метаанализ Жуслина и Лаккуа [16]. Представитель первого направления Гендолла [15], проанализировав четыре теории, представляющие второе направление, делает характерное заключение: “большинство теорий... сфокусированы на предсказании эмоциональных качеств, но не могут предсказать интенсивность эмоций”.

Для нас представляется очевидным, что обе стороны вербального психофизиологического процесса взаимодействуют, и нетривиальность этого взаимодействия особенно выпукло проявляется при решении такой задачи, как автоматическое распознавание эмоций только по звучанию голоса, без визуального контекста и без понимания содержания сообщения (см. обзор в [6]).

Наши исследования показывают, что интенсивность эмоций может индуцироваться тремя различными способами звукового воздействия, одним качественным (тональностью) и двумя количественными — темпом и громкостью. Она хорошо передается темпом и громкостью голоса, вероятно, на уровне действия генетически обусловленного механизма. Во всяком случае, еще Е. Блейлер предлагал оценивать состояние пациента в континууме “мания—депрессия” по громкости и темпу речи. В то же время с распознаванием качественной направленности эмоциональной стороны звучащей

речи (в особенности в условиях абстракции от лексического содержания сообщения и от визуальной информации о говорящем) серьезные проблемы возникают не только у алгоритмов компьютерных программ (ориентирующихся в первую очередь на интенсивность и частоту основного тона), но и у испытуемых [6].

В отношении качественной стороны эмоций следует заметить, что в рамках данного подхода она относится не к ресурсной составляющей процессов переживания, а к интенциональной направленности сознания. Именно последняя делает их качествами. Например, при эмоции гнева интенциональное состояние воспринимаемого объекта — его разрушение, при эмоции любви — его благо, при эмоции отвращения — устранение себя от объекта, при состояниях позитивной валентности — их сохранение, при состояниях негативной валентности — их прекращение и т.д. Как эти направленности конкретно взаимодействуют с управлением ресурсами, зависит не только от интенсивности эмоций, но и от внутренних психофизиологических переменных и индивидуальных различий как субъекта, порождающего звучащее сообщение, так и субъекта, воспринимающего и оценивающего звучание стимула [7; 2, с. 221–230].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При восприятии и оценке звука все его характеристики действуют совместно. Все они требуют психофизиологических ресурсов и могут восприниматься в абстрактной форме, приложимой к управлению любыми ресурсами. Для изучения психофизиологических механизмов акустического опыта важно исследовать характеристики звука по отдельности при полном экспериментальном контроле остальных. В ходе исследований было показано, что оценка акустического события связана с характеристиками звука следующим образом:

- 1) набор частот с субъективной телесной локализацией;
- 2) интенсивность — с субъективно воспринимаемой громкостью;
- 3) темп и ритм звуков — с внутренней временностью сознания.

Поиск и оценка ресурсов для осуществления какой-либо деятельности — универсальные психические характеристики, которые могут использоваться при построении моделей функционирования практически любых психических феноменов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алмаев Н.А.* Семантика звука // Вопросы психолингвистики. 2012. № 2. С. 76–83.
2. *Алмаев Н.А.* Элементы психологической теории значения. М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2006.
3. *Афтанас Л.И., Рева Н.В., Варламов А.А.* Анализ вызванной синхронизации и десинхронизации ЭЭГ при эмоциональной активации у человека: временные и топографические характеристики // Журнал высшей нервной деятельности. 2003. Т. 53. № 4. С. 485–487.
4. *Букзайн В.* Использование электрической активности кожи в качестве индикатора эмоций // Иностранная психология. 1994. Т. 2. № 2. С. 56–66.
5. *Гуссерль Э.* Лекции по феноменологии внутреннего сознания-времени. М.: Гнозис, 1994.
6. *Жежелевская А.А.* Точность распознавания эмоциональной экспрессии в устном иноязычном сообщении. Автореферат дисс. ... канд. псих. наук. М., 2015.
7. *Кожухова Ю.А.* Восприятие эмоций по выражениям лица: роль эмоциональных характеристик наблюдателя. Автореферат дисс. ... канд. псих. наук. М., 2017.
8. *Морозов В.П.* Искусство резонансного пения. М.: МГК им. П.И. Чайковского; Изд-во “Институт психологии РАН”; Центр “Искусство и наука”, 2008.
9. *Ратанова Т.А.* Психологические основы индивидуальности. М.-Воронеж: НПО МОДЭК, 1999. 128 с.
10. *Симонов П.В.* Эмоциональный мозг. М.: Наука, 1981.
11. *Холодная М.А., Ожиганова Г.В.* Ментальные ресурсы личности: теоретические и прикладные исследования. Материалы третьего международного симпозиума (Москва, 20–21 октября 2016 г.). М.: Изд-во “Институт психологии РАН”, 2016.
12. *Almayev N.A., Skorik S.O., Medincev A.A., Bessonova Yu.V., Sadov V.A., Murasheva O.V.* Resource-based Approach to Music Psychology // The 6<sup>th</sup> Conference of The Asia-Pacific Society for the Cognitive Sciences of Music (APSCOM 6). 2017. P. 35–41.
13. *Almayev N.A., Skorik S.O.* Expectations and tensions induced by the primitive rhythms // Ninth Triennial of the European Society of Cognitive Sciences of Music. 2015. P. 168–171.
14. *Almayev N.A.* How meanings might be induced by the music. Sixth International Conference On Music Perception And Cognition Keele, UK // Proceedings / Ed. by C. Woods, G.B. Luck, R. Brochard, F. Seddon & J.A. Sloboda. 2000. <http://www.escom.org/proceedings/ICMPC2000/alpalist.htm>
15. *Gendolla G.* Comment: Emotions Are Functional — So...? Emotion Review. 2014. № 6 (4). P. 317–318.
16. *Juslin P.N., Laukka P.* Communication of emotion in vocal expression and music performance: different channels

- same code? // Psychological Bulletin. 2003. V. 129. № 5. P. 770–814.
17. *Kahneman D.* Attention and effort. Prentice-hall, NJ, 1973.
  18. *Kawakami A., Furukawa K., Katahira K., Okanoya K.* Sad music induces pleasant emotion // *Frontiers in Psychology*. 2013. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00311>
  19. *Koelsh S.* Towards a neural basis of music-evoked emotions // *Trends in cognitive sciences*. 2010. V. 14. № 3. P. 131–137.
  20. *Kurth E.* Musicpsychologie. Berlin, 1947.
  21. *Lerdahl F., Krumhansl S.L.* Modeling tonal tension // *Music perception* 2007. № 24 (4). P. 329–366.
  22. *Lerdahl F.* Calculating tonal tension // *Music Perception*. 1996. № 13 (3). P. 319–363.

## RESOURCE-ORIENTED APPROACH IN PSYCHOACOUSTICS<sup>3</sup>

N. A. Almaev\*, S. O. Skorik\*\*, A. A. Medyntsev\*\*\*,  
Yu. V. Bessonova\*\*\*\*, V. A. Sadov\*\*\*\*\*, O. V. Murasheva\*\*\*\*\*

*Federal State-financed Establishment of Science, Institute of Psychology RAS;  
129366, Moscow, Yaroslavskaya str., 13, Russia.*

\**Prefessor of RAS, Sc.D. (psychology) leading research fellow. E-mail: almaev@mail.ru*

\*\**Post-graduate. E-mail: stanskorik@mail.ru*

\*\*\* *PhD (psychology), senior research fellow. E-mail: medintseff@yandex.ru*

\*\*\*\* *PhD (psychology), senior research fellow. E-mail: farandi@mail.ru*

\*\*\*\*\* *PhD (psychology). E-mail: sadov1952@mail.ru*

\*\*\*\*\* *PhD (psychology), associated research fellow. E-mail: olgalogatskaia@gmail.com*

Received 20.02.2018

*Abstract.* The results of a number of experimental researches in perception of sound physical characteristics are presented. Given that such physical characteristics of sound as signals' frequency, their intensity and duration have an effect of perception it is unclear which characteristics of real sound in each specific case have greater impact on its perception and evaluation. Principle of isolated variation of different parameters of sound with experimental control of the others was proposed for an in-depth study of psychophysiological mechanisms of sound perception. The examples and results of study in three directions are presented: a) subjective localization of perceived acoustic stimuli in human's body; b) intensity and tempo of acoustic stimulus in their joint influence on human's organism; c) study of tonality phenomena, search for psycho physiological mechanisms of major and minor perception. It is shown that all three main characteristics of sound jointly influence on its perception but their roles are different. The results are discussed from resource-oriented perspective.

*Keywords:* psychoacoustic, psycho physiology, body localization of sound.

## REFERENCES

1. *Almaev N.A.* Semantika zvuka // *Voprosy psiholingvisti-ki*. 2012. № 2. P. 76–83. (in Russian)
2. *Almaev N.A.* Jelementy psihologicheskoy teorii znacheni-ja. Moscow: Izd-vo "Institut psihologii RAN", 2006. (in Russian)
3. *Aftanas L.I., Reva N.V., Varlamov A.A.* Analiz vyzvannoj sinhronizacii i desinhronizacii JeJeG pri jemocional'noj aktivacii u cheloveka: vremennye i topograficheskie ha-rakteristiki // *Zhurnal vysshej nervnoj dejatel'nosti*. 2003. V. 53. № 4. P. 485–487. (in Russian)
4. *Bukzajn V.* Ispol'zovanie jelektricheskoy aktivnosti kozhi v kachestve indikatora jemocij // *Inostrannaja psihologi-ja*. 1994. V. 2. № 2. P. 56–66. (in Russian)
5. *Gusserl' Je.* Lekcii po fenomenologii vnutrennego soz-nanija-vremeni. Moscow: Gnozis, 1994. (in Russian)
6. *Zhezhelevskaja A.A.* Tochnost' raspoznavanija jemocion-al'noj jekspressii v ustnom inojazychnom soobshhenii. Avtoreferat diss. ... kand. psih. nauk. Moscow, 2015. (in Russian)
7. *Kozhuhova Ju.A.* Vosprijatie jemocij po vyrazhenijam lica: rol' jemocional'nyh harakteristik nabljudatelja. Avtorefer-at diss. ... kand. psih. nauk. Moscow, 2017. (in Russian)
8. *Morozov V.P.* Iskusstvo rezonansnogo penija. Moscow: MGK im. P.I. Chajkovskogo, Izd-vo "Institut psihologii RAN", Centr "Iskusstvo i nauka", 2008. (in Russian)

<sup>3</sup> Since 2016 the work has been supported by the RFBR grant No. 16-06-00487.

9. *Ratanova T.A.* Psihologicheskie osnovy individual'nosti. Moskva-Voronezh: NPO MODJeK, 1999. 128 p. (in Russian)
10. *Simonov P.V.* Jemocional'nyj mozg. Moscow: Nauka, 1981. (in Russian)
11. *Holodnaja M.A., Ozhiganova G.V.* Mental'nye resursy lichnosti: teoreticheskie i prikladnye issledovanija. Materialy tert'ego mezhdunarodnogo simpoziuma (Moskva, 20–21 Otkjabrja 2016 g.). Moscow: Izd-vo "Institut psihologii RAN", 2016. (in Russian)
12. *Almayev N.A., Skorik S.O., Medincev A.A., Bessonova Yu.V., Sadov V.A., Murasheva O.V.* Resource-based Approach to Music Psychology // The 6th Conference of The Asia-Pacific Society for the Cognitive Sciences of Music (APSCOM 6). 2017. P. 35–41.
13. *Almayev N.A., Skorik S.O.* Expectations and tensions induced by the primitive rhythms // Ninth Triennial of the European Society of Cognitive Sciences of Music. 2015. P. 168–171.
14. *Almayev N.A.* How meanings might be induced by the music. Sixth International Conference On Music Perception And Cognition Keele, UK // Proceedings / Edited By C. Woods, G.B. Luck, R. Brochard, F. Seddon, J.A. Sloboda. 2000. <http://www.escom.org/proceedings/ICMPC2000/alpalist.htm>
15. *Gendolla G.* Comment: Emotions Are Functional — So...? *Emotion Review* 2014. № 6 (4). P. 317–318.
16. *Juslin P.N., Laukka P.* Communication of emotion in vocal expression and music performance: different channels same code? // *Psychological Bulletin*. 2003. V. 129. № 5. P. 770–814.
17. *Kahneman D.* Attention and effort. Prentice-hall, NJ, 1973.
18. *Kawakami A., Furukawa K., Katahira K., Okanoya K.* Sad music induces pleasant emotion // *Frontiers in Psychology*. 2013. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00311>
19. *Koelsh S.* Towards a neural basis of music-evoked emotions // *Trends in cognitive sciences*. 2010. V. 14. № 3. P. 131–137.
20. *Kurth E.* Musicpsychologie. Berlin, 1947.
21. *Lerdahl F., Krumhansl S.L.* Modeling tonal tension. *Music perception*. 2007. № 24 (4). P. 329–366.
22. *Lerdahl F.* Calculating tonal tension. *Music Perception*, 1996. № 13 (3). P. 319–363.