

1.2. К истории философии. Переводы

УДК 781

DOI: 10.21146/1606-6251-2025-3/4-210-226

Петр Подлипняк*

РОЛЬ ЭФФЕКТА БОЛДУИНА В ЭВОЛЮЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ МУЗЫКАЛЬНОСТИ (ЧАСТЬ 2)**

***Аннотация:** С биологической точки зрения музыкальность человека — это термин, называемый набором способностей, которые позволяют узнавать и воспроизводить музыку. Поскольку музыка — сложное явление, которое состоит из характеристик, представляющих различные стадии эволюции слуховых способностей человека, вопрос об эволюционном происхождении музыки должен быть сосредоточен в основном на специфических свойствах музыки и их возможной биологической функции или функциях. Что обычно отличает музыку от других форм человеческих звуковых выражений, так это синтаксически организованная структура, основанная на классах высоты звука и ритмических единицах, измеряемых относительно музыкального пульса. Эта структура является слуховым (а не акустическим) феноменом, что означает, что это специфическая для человека интерпретация звуков, достигаемая благодаря определенным характеристикам нервной системы.*

Существует историческое и межкультурное разнообразие этой структуры, которое указывает на то, что обучение является важной частью развития человеческой музыкальности. Однако тот

* Перевод выполнен по изданию: Podlipniak P. The Role of the Baldwin Effect in the Evolution of Human Musicality // Frontiers in Neuroscience – 2017 – Vol. 11 – P. 1-12. Публикуется с разрешения автора.

** Перевод с английского языка: Липов Анатолий Николаевич – кандидат философских наук, научный сотрудник сектора эстетики Института философии РАН (Москва). E-mail: antolip@yandex.ru

факт, что нет культуры без музыки, синтаксис которой неявно изучен и легко узнаваем, предполагает, что человеческая музыкальность может быть адаптивным явлением. Если бы использование синтаксически организованной структуры в качестве коммуникативного феномена было адаптивным, это было бы возможно только в обстоятельствах, в которых эта структура узнаваема более чем одним человеком. Следовательно, существует проблема объяснения адаптивного значения способности распознавать синтаксически организованную структуру, которая возникла случайно в результате мутации или рекомбинации в среде без синтаксически организованной структуры.

Возможное решение может быть объяснено эффектом Болдуина, при котором придуманная культурой черта трансформируется в инстинктивную черту посредством естественного отбора. Предположим, что изначально музыкальная структура была придумана и изучена благодаря нейропластичности. Поскольку структурно организованная музыка оказалась адаптивной (фенотипической адаптацией), например, как инструмент социальной консолидации, наши предшественники начали тратить много времени и энергии на музыку. В таких обстоятельствах случайно родился один человек с генетически контролируемым развитием новых нейронных схем, которые позволили ему или ей учиться музыке быстрее и с меньшими затратами энергии.

Ключевые слова: эффект Болдуина, музыкальность человека, кортико-субкортикальные петли, структура шага, музыкальный ритм.

Эволюция музыки Болдуина. Человеческая музыкальность кажется очень хорошим примером потенциальных эффектов болдуиновской эволюции. Гурон предположил, что помимо определенных рефлексов, на слуховой опыт человека в основном влияет обучение [29]. Согласно Гурону, преобладание обучения в формировании слухового познания человека предполагает, что слуховая среда гомининов должна быть очень семиотически нестабильной. Следуя рассуждениям Гурона, такая семиотическая нестабильность привела к появлению большого разнообразия музыки во всем мире. Однако музыка как продукт человеческой музыкальности характеризуется не только культурными особен-

ностями, но и наличием универсалий [49; 5; 8; 56], которые предполагают, что помимо влияния культуры (окружающей среды), специфические для музыки генетические ограничения также формируют музыкальный ум каждого человека.

Это означает, что, с одной стороны, музыкальность развивается спонтанно и без усилий, но, с другой стороны, освоение более сложных музыкальных навыков, как в случае с профессиональными музыкантами, требует много времени и усилий. Передача музыкальной информации уходит корнями в способность человека к обучению вокалу, что является исключительным явлением среди приматов [32; 20]. Однако обучение человека вокалу превращается в имитацию избранных акустических характеристик, а не в буквальное копирование каждого слышимого звука [31].

Люди очень искусны в имитации отличительных черт фонем, временного порядка звуковых последовательностей и основной частоты гармонических звуков, но не очень талантливы, когда они пытаются имитировать лай собаки или звуки окружающей среды, такие как шум холодильника, который многим попугаям кажется очень простой задачей. Такая канализация предполагает, что помимо вышеупомянутой нестабильности окружающей среды, определенные обстоятельства, связанные с вокальным выражением гомининов, должны были стабилизироваться достаточно долго в течение многих поколений, чтобы естественный отбор стимулировал инстинкт изучения только избранных звуковых характеристик [7; 21].

В результате речь и музыка, подобные песням многих певчих птиц, являются примерами так называемой ритуальной культуры [41]. Наиболее важной характеристикой ритуальной культуры является ее передача посредством имитационного социального обучения [40]. В отличие от неимитационного социального обучения, обучение путем имитации состоит в копировании поведения других людей [30]. Следовательно, в передаче ритуала важен не результат конкретного действия, а само действие [41]. В случае музыки передаваемые единицы – это классы высоты звука и такты ритма [38; 39]. В конце концов, мелодия распознается независимо от того, медленнее она или быстрее исполняется на флейте, фортепиано, или же поется.

Для распознавания мелодического паттерна важна его высота и структура ритма, а не тембр или динамика. В этом отношении музыка представляется еще более ярким примером ритуальной культуры, чем речь, в которой, помимо поэзии, решающее значение имеет передача смыслового содержания высказывания, а не его буквальная форма. Однако то, что облегчает запоминание мелодии, — это музыкальный синтаксис, эволюцию которого легче всего объяснить с помощью эффекта Болдуина. Эффект Болдуина может способствовать развитию определенной черты из-за различных адаптивных функций. Например, Морган предположил, что органическая эволюция (термин, который Морган использовал для описания процесса, известного сегодня как эффект Болдуина) может объяснить эволюцию птичьих песен, возникших в результате полового отбора [46; 47].

Поскольку пение птиц во многих отношениях схоже с человеческой музыкой, возникает соблазн объяснить происхождение музыкального синтаксиса с помощью эффекта Болдуина, в котором адаптивная функция музыки состоит в привлечении сексуальных партнеров. Если это правда, то музыкальность могла быть использована гомининами как препятствие для спаривания [64; 65; 44], поскольку создание и распознавание музыкального синтаксиса требует больших затрат энергии (необходимой для обработки воспринимаемых звуков и управления вокальным воспроизведением песен) и времени, затрачиваемого на пение (которое, например, может быть использовано для поиска пищи).

В таком сценарии синтаксическая сложность песни гомининов должна привлекать женщин больше, чем песня, которой не хватает такой сложности из-за сложной структуры песни, являющейся индикатором пригодности [43]. Если бы эти женские предпочтения были достаточно стабильными на протяжении многих поколений, болдуиновский механизм должен был бы преобразовать изучение правил музыкальной структуры, придуманных культурой, в инстинкт изучения и систематизации музыкальных звуков синтаксическим способом.

Этот возникший инстинкт к изучению распределения специфических для музыки дискретных элементов, основанный на интуитивном распознавании вероятности их появления, оста-

вил бы место для идиосинкразических модификаций песни, подобных тем, которые наблюдаются в поведении певчих птиц. Такая свобода действий при создании новых песен позволяет поддерживать процесс полового отбора в зависимости от сложности песен. Тем не менее, исследование предпочтений женщин в отношении музыкальной сложности показало, что женщины не склонны отдавать предпочтение более сложной музыке во время и в период овуляции [11], что не поддерживает болдуиновский сценарий происхождения музыки, основанный на половом отборе.

Точно так же исследования показывают, что музыкальные способности и достижения не являются предиктором успеха спаривания [48]. Конечно, эти исследования не являются окончательными, и необходимы дополнительные исследования, чтобы проверить возможную роль полового отбора в эволюции музыки. Тем не менее, пока что болдуиновский сценарий сексуального отбора человеческой музыкальности нуждается в большем эмпирическом подтверждении. Другой возможный сценарий болдуиновского происхождения музыки связан с идеей о том, что музыка может служить инструментом социальной консолидации. Этот сценарий мог начаться в тот момент, когда впервые появляется новый социальный вызов. Увеличение численности популяции гомининов привело к усилению межличностной и межгрупповой конкуренции за еду и другие ресурсы [15]. Одним из способов решения этой проблемы было создание союзов между людьми, принадлежащими к группе.

Эта стратегия наблюдалась у других приматов, включая наших ближайших родственников – шимпанзе [45; 22], что предполагает, что гоминины могли использовать аналогичную стратегию. Данбар предположил, что по мере увеличения размера группы уход в качестве основного инструмента поддержания социальных союзов перестает быть достаточным. Вместо этого вокализация гомининов стала служить инструментом социальной консолидации [14].

Хотя эта идея кажется неубедительной с точки зрения происхождения языка [16; 25], ее обоснованность в качестве объяснения происхождения музыки все еще остается открытым вопросом. Все большее количество исследований показывают, что

совместное пение может способствовать развитию социальных связей [17; 60; 51; 52; 53], что поддерживает идею Данбара. Однако точный механизм того, как музыка может действовать таким образом, остается загадкой.

По крайней мере, полученные результаты вышеупомянутых исследований не обязательно должны быть следствием адаптивной ценности социальных связей, являющихся, например, побочным продуктом сексуально обусловленного поведения. Определенные характеристики музыкального синтаксиса, похоже, подтверждают гипотезу о музыке как о средстве социальной консолидации. Большой проблемой, с которой сталкиваются люди, живущие в группах, является ситуация, в которой одни люди используют ресурсы, полученные от других людей, так называемая «проблема безбилетника».

Общинные песенные ритуалы требуют, чтобы все участники знали музыкальную структуру песни. Разучивание конкретной песни требует много времени и требует напряженной имитации вокального поведения других, особенно в случае, когда гоминины не обладают инстинктом к изучению музыкального синтаксиса. Поэтому, прилагая равные усилия для разучивания ритуальной песни, совместное пение может служить хорошим тестом на склонность действовать вместе с другими. В конце концов, плохих певцов легко распознать, что может привести к остракизму.

Другими словами, эффект консолидации, наблюдаемый после совместного пения, может быть результатом неосознанной оценки других людей с точки зрения их склонности к «безбилетному поведению». С этой точки зрения, отсутствие синхронизации препятствует консолидации, которая может быть результатом выявления потенциальных безбилетников и может привести к поиску новых союзников. Также приблизительное объяснение механизма, ответственного за объединяющую силу музыки, может быть связано с наблюдаемыми характеристиками обработки музыки нервной системой человека.

Вполне возможно, что музыка объединяет людей посредством временной и спектральной синхронизации состояний мозга соисполнителей [4]. Если это правда, то нашим предшественникам приходилось одновременно имитировать свои вокализации,

чтобы поддерживать социальное доверие [54]. Это коллективное подражание стало началом консолидирующего вокального ритуала. Без какой-либо предрасположенности, которая бы канализировала обучение вокалу, так что гоминины были бы чувствительны к определенным акустическим характеристикам, процесс обучения вокальным ритуалам был бы очень напряженным и длительным. В это время началась вторая стадия болдуиновской эволюции, на которой естественный отбор отдавал предпочтение особям, которые характеризовались наиболее гибкими способностями к обучению.

Для того чтобы выучить новые мелодии и спеть их вместе, были необходимы соответствующие прогнозы того, что (какой именно класс высоты звука) и когда (положение определенной доли ритма по отношению к музыкальному пульсу) должно произойти в ближайшем будущем. Синтаксис — это именно то, что облегчает успешное предсказание звуковых событий во время пения и, как следствие, облегчает коллективное пение. На этом этапе изучение простых синтаксических правил было бы доступно гомининам так же, как людям, которые сегодня изучают искусственный синтаксис. Поскольку затраты на обучение ритуалам были высоки, человек, случайно наделенный склонностью предсказывать мелодию лучше, чем другие, получил преимущество перед остальной группой.

В конечном итоге потомство этой особи доминировало над всей популяцией. Точно так же эффект Болдуина мог способствовать возникновению музыки, если бы его адаптивная функция рекламировала защитные навыки группы [27; 28; 34]. Однако в случае, если акустический апосематизм (инструментальная музыка, пение) был направлен против хищников [34], возможная роль болдуиновского механизма в истоках человеческой музыкальности была бы ограничена исключительно канализацией элементов музыкального представления, распознаваемых хищниками. Эти элементы являются частью музыкальности в широком смысле, например, контур высоты звука, изменения темпа и динамики, а не синтаксические отношения, характерные для дискретной структуры человеческой музыки.

В сценарии Болдуина изначально изобретенная сложность музыкального синтаксиса, ставшая частью культурной ниши

гомининов, была, скорее всего, доступна (понятна) только видам гомининов. Следовательно, реакции хищников не зависели от тонкостей музыкальной структуры и не были избирательным фактором, который мог бы повлиять на процесс канализации музыкально-синтаксических способностей, которые фактически определяют музыкальность в узком смысле. Напротив, если бы музыка была демонстрацией сигналов кооперации, направленной на сородичей [27], болдуиновский сценарий мог быть очень похож на тот, что представлен выше в случае консолидации как адаптивной функции музыки.

Единственная разница в том, что на этот раз давление отбора, которое должно было стать причиной канализации человеческой музыкальности, было вызвано реакцией врагов. Однако, хотя ритмический синтаксис, по-видимому, способствует сигнальной (или утрачиваемой) функции музыки — несмотря на то, что представители разных культур могут выделять разные единицы музыкального пульса в одном и том же произведении [37] — чётко синхронизированный ритм остаётся воспринимаемым независимо от того, знакомы ли нам правила ритмического синтаксиса или нет. В то же время происхождение высотного синтаксиса представляет большую проблему из-за его возможной адаптивной сигнальной (или утрачиваемой) функции.

Прежде всего, даже сегодня, когда люди, скорее всего, наделены инстинктом к изучению системы высоты тона и синтаксиса высоты тона, хорошо спектрально синхронизированная музыка, основанная на незнакомой системе высоты тона, может восприниматься в качестве расстроенной [18], что может быть признаком плохой работы, а не сигналом к кооперации или консолидации исполнителей. Кроме того, признание синтаксиса высоты звука современными людьми зависит от неявных знаний о статистическом распределении классов высоты звука в конкретной музыке [62; 61; 29].

Иностранцы, слушающие незнакомую музыку, обычно испытывают другие тональные квалиа, чем люди, знакомые с этой музыкой [10; 35; 57; 58; 12]. Хотя эта ситуация похожа на вышеупомянутую разницу в восприятии музыкального импульса, она отличается в одном важном аспекте. Синтаксис высоты тона основан на иерархии высоты тона, в которой наиболее замет-

ным местом является центр высоты звука, переживание которого сопровождается эмоциональными качествами полноты, разрешения и т.д. В иерархии ритмов нет ничего похожего на центр высоты звука.

Неправильное восприятие реальных тональных отношений относительно центра тональности (pitch center) иностранцами может привести к расхождению между эмоциональной экспрессией, выраженной исполнителями (в том числе посредством экспрессивной динамики), и тональными качествами, испытываемыми этими иностранцами. Такое расхождение может также восприниматься как признак неудачного исполнения. Важно отметить: без канализированной стратегии усвоения высотного синтаксиса различия в музыкальных «диалектах» между группами древних гомининов были бы ещё более значительными, чем различия между современными музыкальными культурами, географически удалёнными друг от друга, — и, следовательно, вышеупомянутое расхождение было бы ещё сильнее.

Поэтому, хотя в сценарии происхождения музыки как системы кооперационной сигнализации болдуиновский механизм может объяснить возникновение музыкального ритма, трудно представить аналогичную роль эффекта Болдуина в происхождении высотного синтаксиса, обусловленного его коалиционной сигнальной функцией. Однако стоит упомянуть, что возможные различные адаптивные функции музыки не являются взаимоисключающими, и эффект Болдуина мог играть важную роль на разных этапах постепенного процесса эволюции человеческой музыкальности. Тем не менее, кажется, что болдуиновская эволюция была необходима, по крайней мере, в процессе, который привел к появлению сложного музыкального синтаксиса как части певческого поведения гомининов.

Эволюция новой схематехники. Появление у гомининов ритуализованного певческого поведения потребовало развития новых способностей и привлечения существующих навыков. Важной способностью, которая должна была быть необходимым условием развития вокальной коммуникации, варьирующейся в зависимости от культуры, является вышеупомянутое обучение вокалу [32]. Эта способность должна была присутствовать на первом этапе болдуиновской эволюции человеческой музыкальности.

Сходство голосовых путей у птиц, обучающихся вокалу, с кортикально-базально-ганглионарно-таламо-кортикальными петлями у людей предполагает роль последних в обработке речи [33]. Действительно, растёт количество исследований, подчеркивающих роль базальных ганглиев в обработке речи [6], особенно при изучении языка в детстве [36]. Тот факт, что нарушение речи может быть результатом нарушений развития нервной системы кортико-стриатальных петель [36], показывает, что кортико-стриатальная связь могла быть важным элементом эволюционных изменений, приведших к эволюции голосового общения среди наших предшественников.

Неудивительно, что базальные ганглии участвуют в обработке звуковых последовательностей, характерных для голосового общения. Известно, что базальные ганглии важны для обучения с подкреплением [3], что необходимо для получения большей части культурно передаваемой информации. Эта способность строго связана с функциями прогнозирования, которые связаны с внутренним временем [13]. Разумно предположить, что вначале голосовое общение гомининов состояло из простых вокальных выражений, которые должны были быть выучены вокально.

В процессе обучения вокалу необходимо распознавание и предсказание отличительных акустических характеристик, поэтому определенные связи между базальными ганглиями и слуховой корой должны были поддерживаться естественным отбором на втором этапе болдуиновской эволюции музыкальности человека. Поскольку современные люди характеризуются способностью поддерживать и воспроизводить динамику звучания, что имеет решающее значение для пения [2], но не для речи, последовательность звуков на основе их должны были стать важной чертой звуковых ритуалов гомининов.

Их консолидирующая функция не требовала наличия референциального (определённого) концептуального значения. Вместо этого для установления тесных социальных связей было достаточно простых эмоциональных сигналов. Эмоциональное подкрепление, вызываемое хорошо предсказуемым звуком — то есть звуком, воспринимаемым как такой, который имеет определённую высоту и возникает в точно предсказуемый момент времени, — стало служить сигналом социального принятия.

Положительная эмоциональная реакция на музыку, по сути, представляет собой эволюционно древний маркер социального одобрения. Было показано, что эта эмоциональная награда, возникающая в ответ на музыку, связана с кортико-стриатальными взаимодействиями между слуховыми корковыми областями и nucleus accumbens (прилежащим ядром) [55]. Кроме того, восприятие музыкального бита также основано на кортико-стриатальных взаимодействиях [24]. Существует предположение, что роль кортико-базально-ганглионарных цепей в эволюции речи связана с позитивным отбором варианта гена FOXP2 [19].

Однако, поскольку мутация FOXP2 также нарушает обработку ритма в музыке, оставляя нетронутой обработку высоты тона [1; 59], эволюция способности распознавать синтаксис высоты звука должна быть связана с другими генетическими факторами. Независимо от того, какие конкретные генетические факторы влияют на обработку высоты звука и ритма в музыке [59], перцептивные предпочтения человека распознавать классы высоты звука и меры ритма как части синтаксически организованных последовательностей предполагают, что на последней стадии болдуиновских сценариев естественный отбор начал отдавать предпочтение индивидам, наделенным этими канализированными склонностями к восприятию.

Выводы. Предлагаемые возможные болдуиновские сценарии эволюции человеческой музыкальности решают проблему специфики музыкального синтаксиса, который функционально и структурно отличается от синтаксиса языка. Эта специфика предполагает, что все теории, объясняющие синтаксическую характеристику музыки в качестве побочного продукта, кажутся неубедительными. В конце концов, музыка кажется единственной спонтанно возникающей синтаксической системой, помимо речи, танца [50], некоторых барабанов [63] и свистящих языков [9; 26; 42].

Хотя детали этих предложенных сценариев являются умозрительными, будущие исследования могут прояснить, какие конкретные элементы этих сценариев более вероятны. Наиболее перспективными могут быть исследования, в которых основное внимание уделяется сравнению функций кортико-полосатых петель [23] при обработке речи и музыки. Чтобы исследовать, какая конкретная петля больше всего участвует в обработке

музыкального синтаксиса, можно провести нейровизуализационные исследования, в которых можно сравнить активность лимбической и кортико-стриатальных петель с участием дорсолатеральной префронтальной коры во время выполнения задач, связанных с распознаванием музыкального и языкового синтаксиса.

Хотя сложные взаимодействия между генетической, эпигенетической и культурной информацией, которые происходят в процессе эволюции, до сих пор не были подробно объяснены [30] представляется важным учитывать их в будущих моделях эволюции музыкальности человека. Быстро развивающееся развитие геномики и транскриптомики позволяет нам ожидать, что детали этих сложных взаимодействий будут лучше поняты в ближайшем будущем.

Другое возможное исследование, которое может быть проведено для проверки предполагаемого болдуиновского происхождения музыкальности, — это сравнение результатов пения синтаксически простых и синтаксически сложных (более требовательных с точки зрения явного обучения) тональных мелодий. Если пение синтаксически сложных мелодий приводит к большей консолидации певцов, или если певческая группа оценивается другими как более сплоченная, чем исполнители синтаксически простых мелодий, то можно предположить, что тенденция, которая была предложена в качестве основного источника болдуиновской эволюции музыкальности все еще присутствует в человеческой популяции.

Кроме того, было бы информативно сравнить совместное исполнение людьми тональных мелодий с другими формами коллективных звуковых проявлений — такими как одновременное чтение прозы, декламация поэзии, барабанный ритм и исполнение атональных мелодий в свободном ритме (лишённых музыкального синтаксиса) — с точки зрения выяснения того, какие именно особенности человеческих звуковых выражений обуславливают наблюдаемые эффекты.

Если предполагаемая консолидирующая функция человеческой музыкальности обоснованна, то консолидирующий эффект, возникающий при совместном исполнении тональных мелодий и барабанном ритме, должен быть сильнее, чем при других формах коллективного поведения. Тем не менее, для более глубоко-

го понимания происхождения музыки необходим широкий, целостный взгляд на человеческую музыкальность. Такой взгляд должен опираться на интегрированные знания, полученные из таких дисциплин, как генетика, эволюционная биология, палеоантропология, нейронаука, психология, археология, этномузыкология и когнитивная музыковедческая наука.

Piotr Podlipniak

THE ROLE OF THE BALDWIN EFFECT IN THE EVOLUTION OF HUMAN MUSICALITY

***Abstract:** From the biological perspective human musicality is the term referred to as a set of abilities which enable the recognition and production of music. Since music is a complex phenomenon which consists of features that represent different stages of the evolution of human auditory abilities, the question concerning the evolutionary origin of music must focus mainly on music specific properties and their possible biological function or functions. What usually differentiates music from other forms of human sound expressions is a syntactically organized structure based on pitch classes and rhythmic units measured in reference to musical pulse. This structure is an auditory (not acoustical) phenomenon, meaning that it is a human-specific interpretation of sounds achieved thanks to certain characteristics of the nervous system. There is historical and cross-cultural diversity of this structure which indicates that learning is an important part of the development of human musicality.*

However, the fact that there is no culture without music, the syntax of which is implicitly learned and easily recognizable, suggests that human musicality may be an adaptive phenomenon. If the use of syntactically organized structure as a communicative phenomenon were adaptive it would be only in circumstances in which this structure is recognizable by more than one individual. Therefore, there is a problem to explain the adaptive value of an ability to recognize a syntactically organized structure that appeared accidentally as the result of mutation or recombination in an environment without a syntactically organized structure. The possible solution could be explained by the Baldwin effect in which a culturally invented trait is transformed into an instinctive trait by the means of natural selection. It is proposed that in the beginning musical structure

was invented and learned thanks to neural plasticity. Because structurally organized music appeared adaptive (phenotypic adaptation) e.g., as a tool of social consolidation, our predecessors started to spend a lot of time and energy on music. In such circumstances, accidentally one individual was born with the genetically controlled development of new neural circuitry which allowed him or her to learn music faster and with less energy use.

Keywords: *Baldwin effect, cortico-subcortical loops, human musicality, musical rhythm, pitch structure.*

REFERENCES

1. *Alcock K. J., Passingham, R. E., Watkins, K., and Vargha-Khadem F.* Pitch and timing abilities in inherited speech and language impairment // *Brain and Language*. – 2000. – № 75. – P. 34-46.
2. *Bannan N.* Harmony and its role in human evolution // *Music, Language, and Human Evolution*, ed N. Bannan. – Oxford: Oxford University Press, 2012. – P. 288-340.
3. *Bar-Gad I., Morris, G., and Bergman, H.* Information processing, dimensionality reduction and reinforcement learning in the basal ganglia // *Progress in Neurobiology*. – 2003. – Vol. 71. – P. 439-473.
4. *Bharucha J., Curtis M., and Paroo K.* Musical communication as alignment of brain states // *Rebuschat P., Rohrmeier M., Hawkins J.A., & Cross I. (Eds.) Language and Music as Cognitive Systems* – Oxford, New York: Oxford University Press, 2011. – P. 139-155.
5. *Bispham J.C.* Music's «design features»: musical motivation, musical pulse, and musical pitch // *Musicae Scientiae* – 2009. – № 13. – P. 41-61.
6. *Booth J. R., Wood L., Lu, D., Houk J. C., Bitz, T., Kotz, S. A., et al.* Cortical speech processing unplugged: a timely subcortico-cortical framework // *Brain Research* – 2005. Vol. 45. – P. – 392-399.
7. *Briscoe T.* Grammatical acquisition: inductive bias and coevolution of language and the language acquisition device // *Language*. – 2000. – Vol. 76. – № 2. – P. 245-296.
8. *Brown S., Jordania, J.* Universals in the world's musics // *Psychology of Music* – 2011. – № 41. – P. 229-248.
9. *Carreiras M., Lopez, J., Rivero F., Corina D.* Linguistic perception: neural processing of a whistled language // *Nature* – 2005. – Vol. 433. – P. 31-32.
10. *Castellano M. A., Bharucha J. J., and Krumhansl C. L.* Tonal hierarchies in the music of north India // *Journal of Experimental Psychology: General*. – 1984. – Vol. 113– P. 394-412.
11. *Charlton B. D., Filippi, P., Fitch, W. T. Hamilton, C., Perrett D.* Do women prefer more complex music around ovulation? // *PLoS ONE* – 2012. – Vol. 7. – P. 1-6.
12. *Curtis M. E., Bharucha J. J.* Memory and musical expectation for tones in cultural context // *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*. – 2009. – Vol. 26. – №4 – P. 365–375.
13. *Dreher J.-C., Grafman J.* The roles of the cerebellum and basal ganglia in timing and error prediction // *European Journal of Neuroscience*. – 2002. – Vol. 16. – P. 1609-1619.
14. *Dunbar R.I.M.* Grooming, Gossip, and the Evolution of Language. – London: Harvard University Press, 1996. – 230 s.
15. *Dunbar R. I. M.* Human Evolution. – London: Penguin books Ltd, 2014. – 435 s.
16. *Dunbar R. I. M., Lehmann J.* Grooming and social cohesion in primates: a comment on Grueter et al. // *Evolution and Human Behavior*. – 2013. – Vol. 34. – №6 – P. 453-455.

17. *Dunbar R., Kaskatis K., MacDonald I., Barra V.* Performance of music elevates pain threshold and positive affect: implications for the evolutionary function of music // *Evolutionary Psychology* – 2012. – Vol. 10. – №4 – P. 688-702.
18. *Ellis A.* On the musical scales of various nations // *Journal of the Society of Arts* – 1885 – Vol. 33. – P. 485-527.
19. *Enard W.* FOXP2 and the role of cortico-basal ganglia circuits in speech and language evolution // *Current Opinion in Neurobiology*. – 2011. – Vol. 21. – P. 415-424.
20. *Fitch W.T., Jarvis E.D.* Birdsong and other animal models for human speech, song, and vocal learning // *Language, Music and the Brain*, ed M.A. Arbib. – Cambridge; London: The MIT Press, 2013. – P. 499-539.
21. *Gibson K. R., Tallerman M.* Introduction to Part II: the biology of language evolution: anatomy, genetics and neurology // *Gibson K. and Tallerman M. The Oxford Handbook of Language Evolution*. – Oxford; New York, NY: Oxford University Press, 2011. – P. 133-142.
22. *Gilby I. C., Brent, L. J. N., Wroblewski, E. E., Rudicell, R. S., Hahn B. H., Goodall, J., et al.* Fitness benefits of coalitionary aggression in male chimpanzees // *Behavioral Ecology and Sociobiology* – 2013. – № 67 – P. 373-381.
23. *Gorzalanczyk E. J.* Functional Anatomy, Physiology and Clinical Aspects of Basal Ganglia // *Neuroimaging for Clinicians – Combining Research and Practice*, ed J.F.P. Peres – Rijeka: InTech, 2011 – P. 89–106.
24. *Grahn J. A., and Rowe J. B.* Feeling the beat: premotor and striatal interactions in musicians and nonmusicians during beat perception // *The Journal of Neuroscience*. – 2009. – Vol. 29. – P. 7540-7548.
25. *Grueter, C.C., Bissonnette A., Isler, K., van Schaik C.P.* Grooming and group cohesion in primates: implications for the evolution of language // *Evolution and Human Behavior*. – 2013 – Vol. 34. – P. 61-68.
26. *Güntürkün O., Güntürkün M., Hahn C.* Whistled Turkish alters language asymmetries // *Current Biology*. – 2015 – Vol. 25 – № 16 – P. 706-708.
27. *Hagen E. H., Bryant G. A.* Music and dance as a coalition signaling system // *Human Nature*. – 2003 – Vol. 14 – № 1 – P. 21-51.
28. *Hagen E. H., Hammerstein P.* Did Neanderthals and other early humans sing? Seeking the biological roots of music in the territorial advertisements of primates, lions, hyenas, and wolves // *Musicae Scientiae*. – 2009 – Vol. 13. – P. 291-320.
29. *Huron D.B.* *Sweet Anticipation: Music and the Psychology of Expectation*. – Cambridge; London: The MIT Press, 2006. – 462 s.
30. *Jablonka E., Lamb M. J.* *Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral and Symbolic Variation in the History of Life*. – Cambridge; London: MIT Press, 2005. – 462 s.
31. *Jackendof R., Lerdahl F.* The capacity for music: what is it, and what's special about it? // *Cognition*. – 2006. – № 100. – P. 33-72.
32. *Janik V. M., Slater P. J. B.* Vocal learning in mammals // *Advances in the Study of Behavior*. – 1997. – № 26 – P. 59-99.
33. *Jarvis E. D.* Neural systems for vocal learning in birds and humans: a synopsis. // *Journal of Ornithology* – 2007. – Vol. 148. – P. 35–44.
34. *Jordania J.* *Tigers, Lions and Humans: History of Rivalry, Conflict, Reverence and Love*. – Tbilisi: Logos, 2014. – 400 s.
35. *Kessler E. J., Hansen C., Shepard R. N.* Tonal schemata in the perception of music in Bali and in the west // *Music Perception*. – 1984. – Vol. 2. – P. 131-165.
36. *Krishnan S., Watkins K. E., Bishop D. V. M.* Neurobiological basis of language learning difficulties // *Trends in Cognitive Sciences*. – 2016. – Vol. 20. – P. 701-714.

37. *London J.* Three things linguists need to know about rhythm and time in music. // *Empirical Musicology Review*. – 2012. – Vol. 7. – P. 5-11.
38. *Merker B.* Music: the missing humboldt system // *Musicae Scientiae*. – 2002. – Vol. 6. – P. 3-21.
39. *Merker, B.* “Is there a biology of music? And why does it matter?” // *Kopiec C., Lehmann R., Wolther A. C., and Wolf I.* Proceedings of the 5th Triennial ESCOM Conference – Hanover: Hanover University of Music and Drama, 2003 – P. 402-405
40. *Merker B.* The conformal motive in birdsong, music, and language: an introduction. // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2005. – Vol. 1060. – P. 17-28.
41. *Merker B.* Ritual foundations of human uniqueness // *Malloch C. and Trevarthen S.* Communicative Musicality. Exploring the Basis of Human Companionship. – Oxford; New York, NY: Oxford University Press, 2009. – P. 45-59.
42. *Meyer J., Busnel R. G.* Whistled Languages: A Worldwide Inquiry on Human Whistled Speech. – New York, NY; London: Springer-Verlag, 2015. – 182 s.
43. *Miller G.* Mental traits as fitness indicators. Expanding evolutionary psychology’s adaptationism // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2000. – Vol. 907. – P. 62-74.
44. *Miller G.F.* Evolution of human music through sexual selection // *Wallin N.L., Merker B., and Brown S.* The Origins of Music. – Cambridge: The MIT Press, 2000. – P. 329-360.
45. *Mitani J. C.* Cooperation and competition in chimpanzees: current understanding and future challenges // *Evolutionary Anthropology Issues News and Reviews*. 2009. – P. 215-227.
46. *Morgan C. L.* Animal Life and Intelligence. – Boston, MA: Ginn & Company, 1891. – 512 s.
47. *Morgan C. L.* Animal Behaviour. – London: Edward Arnold Press, 1920. – 387 s.
48. *Mosing M.A. Verweij, K.J.H., Madison, G., Pedersen, N.L., Zietsch, B.P., Ullen, F.* Did sexual selection shape human music? Testing predictions from the sexual selection hypothesis of music evolution using a large genetically informative sample of over 10,000 twins // *Evolution and Human Behavior*. – 2014. – Vol. 36 – P. 359-366.
49. *Nettl B.* An ethnomusicologist contemplates universals in musical sound and musical culture // *Wallin N.L., Merker B., and Brown S.* The Origins of Music – Cambridge, UK: The MIT Press, 2000. – P. 463-472.
50. *Opacic T., Stevens C., Tillmann B.* Unspoken knowledge: implicit learning of structured human dance movement. // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. – 2009. – Vol. 35 – P. 1570-1577.
51. *Pearce E., Launay J., Dunbar R. I. M.* The ice-breaker effect : singing mediates fast social bonding. // *Royal Society Open Science* – 2015. – Vol. 2 – P. 9-18.
52. *Pearce E., Launay, J., van Duijn, M., Rotkirch, A., David-Barrett, T., Dunbar, R. I. M.* Singing together or apart: the effect of competitive and cooperative singing on social bonding within and between sub-groups of a university Fraternity // *Psychology of Music* – 2016 – Vol. 44. – P. 1255-1273.
53. *Pearce E., MacCarron, P., Launay, J., Dunbar R. I. M.* Tuning in to others: exploring relational and collective bonding in singing and non-singing groups over time // *Psychology of Music* – 2017 – Vol. 45. – P. 496-512.
54. *Podlipniak P.* The evolutionary origin of pitch centre recognition // *Psychology of Music* – 2016 – Vol. 44. – P. 527-543.
55. *Salimpoor V.N., van den Bosch, I., Kovacevic, N., McIntosh A.R., Dagher, A., Zatorre R.J.* Interactions between the nucleus accumbens and auditory cortices predict music reward value // *Science* – 2013. – Vol. 340. – P. 216-219.
56. *Savage P.E., Brown, S., Sakai, E., Currie T.E.* Statistical universals reveal the structures and functions of human music // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 2015. – № 112. – P. 8987-8992.

57. *Stevens C.* Cross-cultural studies of musical pitch and time // *Acoustical Science and Technology*. – 2004. – Vol. 25. – P. 433-438.
58. *Stevens C. J.* Music perception and cognition: a review of recent cross-cultural research. // *Topics in Cognitive Science*. – 2012. – Vol. 4. – P. 653-667.
59. *Tan Y. T., McPherson, G. E., Peretz, I., Berkovic, S. F., Wilson S. J.* The genetic basis of music ability // *Frontiers in Psychology*. – 2014. – Vol. 5. – P. 658.
60. *Tarr B. Launay, J., Dunbar R. I. M.* Music and social bonding: “Self-other” merging and neurohormonal mechanisms // *Frontiers in Psychology*. – 2014. – Vol. 5. – P. 1096.
61. *Tillmann B.* Implicit investigations of tonal knowledge in nonmusician listeners. // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2005. – Vol. 1060. – P. 100-110.
62. *Tillmann B., Bharucha J. J., Bigand E.* Implicit learning of tonality: a self-organizing approach // *Psychological Review*. – 2000. – Vol.107. – № 4 – P. 885-913.
63. *Winter Y.* On the grammar of a Senegalese drum language // *Language*. – 2014. – Vol. 90. – № 3 – P. 644-668.
64. *Zahavi A.* Mate selection – A selection for a handicap // *Journal of Theoretical Biology*. – 1975 – Vol. 53. – № 1 – P. 205-214.
65. *Zahavi A., Zahavi A.* *The Handicap Principle A Missing Piece of Darwin’s Puzzle*. – New York, NY; Oxford: Oxford University Press, 1997. – 286 s.

Поступила в редакцию 11.06.2024 г.