

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

И. Е. Монахова, А. В. Варганов

МОЗГОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ СУБЪЕКТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СЛУХОВЫХ РИТМИЧЕСКИХ ПАТТЕРНОВ

Мозговые механизмы субъективной организации ритмических паттернов исследовались при восприятии ритмических звуковых щелчков, объединяемых в одном случае по два в другом — по три. С помощью факторного анализа показано характерное изменение формы ВП при восприятии одинаковых стимулов, занимающих разное место в том или ином паттерне. Анализ динамики активности мозговых структур, рассчитанной на основе дипольной модели, выявил существование нескольких типов мозговой функциональной архитектуры при выполнении задачи объединения щелчков. В частности, обнаружено специфическое участие мозжечка не столько в восприятии ритма, сколько в интегрирующей деятельности когнитивных процессов, что имеет место при иерархической стратегии.

Ключевые слова: построение ритма, ритмический паттерн, апперцепция, вызванный потенциал, мозжечок.

Brain mechanisms of subjective (internal) rhythmisation were examined in two experimental cases. One of the tasks was to combine acoustic rhythmic clicks as pairs; another task was to combine the same monotone clicks as triples. With the method of factorial analysis some types of specific variation of EVP form on the clicks which took different place in patterns were figured out. Analysis of dynamics of brain structures activity revealed some types of functional brain architectonics while subjects were performing a task of combining clicks. Specific cerebellum activation took place both in rhythm perception and in subject's activity of integration of cognitive processes. This took place when subject used hierarchical strategy of rhythm perception.

Key words: rhythm construction, rhythmic pattern, apperception, evoked potential, cerebellum.

Феномен субъективной ритмизации событий, разворачивающихся во времени, описан еще В. Вундтом (2002). Он заключается в следующем: когда человек слышит равномерные щелчки метронома, то через

Монахова Ирина Евгеньевна — аспирантка кафедры психофизиологии ф-та психологии МГУ. *E-mail:* monakhova.irina@gmail.com

Варганов Александр Валентинович — канд. психол. наук, ст. науч. сотр. кафедры психофизиологии ф-та психологии МГУ. *E-mail:* a_v_vartanov@mail.ru

некоторое время ему начинает казаться, что в звучании этих совершенно одинаковых звуков появляются сильные и слабые доли. Таким образом, человек воспринимает ряд равномерных щелчков метронома как некоторую целостность, у него возникает единый сознательный образ, в котором каждое элементарное событие (щелчок) по-разному субъективно окрашено. В. Вундт объяснил это механизмом апперцепции, или свойством объединения равномерно идущих стимулов в более сложные группы, что является одним из базовых свойств сознания (там же).

Б.М. Теплов (2003) приводит пример с метрономом для демонстрации возможности произвольного образования ритмической структуры из объективно совершенно одинаковых, равномерных стимулов. Экспериментальные данные доказывают: как только произошла «субъективная ритмизация», сразу возникает своеобразное переживание чувства ритма. При этом важным является постулат об активной природе такого субъективного объединения, «ритм существует только на полюсе субъекта», делается акцент на активной роли испытуемого как субъекта в процессе построения ритма (там же).

Такое объединение (апперцепция), или субъективное структурирование однородного ряда стимулов — одно из базовых свойств сознания, мозговые механизмы которого до настоящего времени мало исследованы. Проблема субъективного структурирования поступающих ощущений имеет большое значение и в теории векторной психофизиологии Е.Н. Соколова (2003). Роль «детектора времени» и пейсмекерных нейронов как возможного механизма объединения в целостный образ событий, воспринимаемых локальными анализаторами в различное время, занимала важное место в исследованиях Е.Н. Соколова и его учеников.

Современные неинвазивные методы динамической локализации мозговой активности позволяют поставить задачу выявления мозговых механизмов организации слуховых ритмических паттернов как практически реализуемую. Однако не все существующие методы одинаково эффективны в решении этой задачи. В частности, применение метода фМРТ по ряду причин затруднено. Это связано, во-первых, с временным разрешением данного метода, позволяющим увидеть только медленные изменения локального кровотока в связи с активностью мозговых структур в минимальном промежутке около 3 с, тогда как более тонкая динамика изменений в связи с каждым из элементарных событий (щелчком), следующих с периодом более 2 с (по данным Вундта, порог субъективной ритмизации лежит в пределе 1—2.5 с между стимулами), не будет обнаруживаться. Другое серьезное техническое ограничение метода фМРТ по отношению к слуховой задаче заключается в наличии специфических ритмических шумов, сопровождающих работу томографа (работа насоса для охлаждения системы, громкие и резкие звуки при каждой перенастройке магнитного поля в процессе получения

изображения). Более информативной для решения данной задачи является регистрация электрической активности мозга (ЭЭГ), связанной с восприятием предъявляемых стимулов. Современные математические методы (Вартанов, 2002; Гнездицкий, 2004) позволяют достаточно надежно рассчитать мозговую локализацию этой активности с высоким разрешением по времени.

Цель данной работы — выявление роли мозговых структур в субъективной организации слуховых ритмических паттернов. В связи с этим в работе сопоставлялись вызванные потенциалы (ВП), полученные на щелчки, предъявляемые равномерно, но занимающие разное положение в паттернах, задаваемых разными инструкциями.

Методика

Исследование состояло из трех серий — фоновой (Ф) и двух экспериментальных (Э1, Э2). В Ф-серии испытуемому предъявлялась последовательность отдельных, неритмизированных щелчков (случайный интервал от 800 мс до 1200 мс с девиацией в предъявлении 20%). Целью Ф-серии было получение вызванного потенциала (ВП) на единичный щелчок, что позволило в дальнейшем сопоставить изменения ВП, происходившие под влиянием задачи в разных сериях.

В сериях Э1 и Э2 испытуемому предъявлялись последовательности равномерных (с периодом 1200 мс) щелчков, которые в зависимости от инструкции следовало объединять в группы: в серии Э1 — по два (всего 200 щелчков), а в серии Э2 — по три (всего 300 щелчков). Инструкция испытуемому для серии Э1: «Сейчас стимулы будут организованы по два. Останется ли какой-нибудь стимул без пары в конце?» Таким образом задавалась установка произвольной группировки или апперцепции (В. Вундт). В серии Э2 перед испытуемым ставилась аналогичная задача с тем лишь отличием, что ему было нужно в конце серии дать отчет, уложились ли звучащие щелчки в *тройки* или нет. Выполнение инструкции обеспечивалось задачей и конечным контролем: в конце серий Э1 и Э2 испытуемому необходимо было дать отчет о том, уложатся ли все стимулы в «пары» или в «тройки» либо останется незавершенный паттерн.

Во всех трех сериях ЭЭГ регистрировали монополярно по 16 отведениям в соответствии с международной системой 10—20%.

Обработка. Полученные данные обрабатывались в программе BrainSys. Проводилась сортировка записи ЭЭГ по меткам (первые щелчки в паттерне, последние щелчки в паттерне) в диапазоне 200 мс до стимула и 500 мс после стимула. После очищения записи от артефактов проводилось усреднение. При усреднении ВП по стимулам и по испытуемым для каждого отведения и временного отсчета вычислялась также стандартная ошибка оценки среднего, что позволяло оценивать значимость различия амплитуд по t-критерию Стьюдента. Полученные

ВП затем дополнительно очищались с помощью метода MUFASEL (Варганов, 2002), что заключалось в разделении записи ЭЭГ на две составляющие — соответствующую и не соответствующую дипольной модели. На следующем этапе обработки очищенные данные локализовались на основе дипольной модели в программе BrainLoc (применяли двухдипольную модель, анализировали диполи, имеющие коэффициент дипольности более 0.97).

Испытуемые. В эксперименте участвовали 17 испытуемых (14 женщин) в возрасте 16—54 лет. Все испытуемые имели развитое чувство ритма (окончили музыкальную школу либо активно занимались музыкальной деятельностью).

Результаты

По результатам Ф-серии было обнаружено, что форма ВП на отдельный щелчок существенно различается у разных испытуемых. Индивидуально-специфичная форма слухового ВП, выявленная в Ф-серии, воспроизводилась и в обеих Э-сериях. В связи с этим было необходимо найти типичные конфигурации формы ВП, разбить испытуемых на группы и проводить дальнейший анализ внутри каждой группы отдельно. Это было достигнуто с помощью факторного анализа. Значения амплитуд многоканально зарегистрированного ВП за весь анализируемый период времени были представлены в один столбец по всем отведениям: всего 200 мс до события и 500 мс после события, всего 125 амплитудных отсчетов по 16 отведениям.

В результате было выделено 4 фактора, в совокупности описывающих 61% дисперсии всех индивидуальных особенностей формы ВП, что позволило выделить 4 группы испытуемых. Дальнейший анализ (сопоставление ВП в сериях Э1 и Э2) проводился отдельно внутри первых двух групп — самых многочисленных. В группу 1 попало 5 испытуемых с наибольшим весом по фактору 1, а в группу 2 — трое испытуемых.

Сопоставление ВП на первый и второй щелчки в паре (серия Э1) и на первый, второй и третий щелчки в тройке (серия Э2) также проводилось с использованием факторного анализа. Обнаружилось, что даже при рассмотрении данных отдельно взятой группы испытуемых, однородных по форме ВП на одиночный щелчок, имелись различные стратегии субъективной ритмизации.

На основании отчетов испытуемых были получены интересные факты о субъективной длительности экспериментальных серий. Несмотря на то что серия Э2 (группировка по тройкам — всего 300 стимулов общей длительностью 360 с) была на 30% длиннее серии Э1 (группировка по парам — всего 200 стимулов общей длительностью 240 с), многим испытуемым они казались одинаковыми по длительности. Этот факт можно считать подтверждением того, что объединение щелчков в паттерны проходило успешно, поскольку общая оценка времени определялась

числом целостных единиц (паттернов), которое было одинаковым в обеих сериях (по 100 паттернов в каждой серии).

В итоге оказалось, что существует два типа индивидуальных особенностей: 1) особенности ВП на простой одиночный щелчок, связанные, по-видимому, с функционально-анатомическими особенностями мозга испытуемых; 2) особенности выбранных испытуемым стратегий выполнения задачи в сериях Э1 и Э2. Второй тип особенностей проявился как при сопоставлении формы соответствующих ВП, так и при анализе самоотчетов испытуемых о тех стратегиях, которыми они пользовались.

На основании самоотчетов испытуемых (без учета разделения на группы по форме ВП на одиночный щелчок) было выявлено 4 варианта способа (стратегий) объединения щелчков ритмического объединения.

1. *Слуховая стратегия* — субъективное различие физически одинаковых щелчков по тону или по громкости. Этот феномен известен из экспериментов Вундта на материале равномерных звуков метронома. При действии апперцепции (объединении в более крупный паттерн) щелчки слышались как разные по высоте в зависимости от места в паттерне. Как правило, первый щелчок в паттерне слышался как более высокий или громкий, чем следующие (Вундт, 2002).

2. *Кинестетическая стратегия* — соотнесение с разными щелчками соответствующих ощущений от тела (например, левый/правый щелчок), представление движения, состоящего из того же количества фаз, что и необходимый слуховой паттерн. Например, испытуемая, применявшая данную стратегию, в отчете указывала на возникавшее ощущение гребли (две фазы для объединения по два), другой испытуемый говорил об ощущении дирижирования или игры в теннис (три фазы для объединения по три).

3. *Зрительная стратегия*: у испытуемых возникали четкие динамичные зрительные образы, соответствующие заданию объединения по количеству фаз (например, мигающая гистограмма или светофор, переключающийся со скоростью щелчков). Отметим, что взгляд испытуемых был фиксирован на метке в центре экрана.

4. Некоторые испытуемые сообщали, что считали щелчки (раз-два, раз-два-три). Данный способ объединения мы не рассматривали как стратегию ритмизации в строгом смысле этого слова, поскольку он может быть связан с проговариванием, внутренней речью и свидетельствовать о несформированности способности внутреннего ритмизирования. Тем не менее как способ выполнения задачи, используемый некоторыми испытуемыми, мы включили его в анализ в ряду стратегий.

Таким образом, с учетом стратегий и наличия двух источников возможной индивидуальной варибельности ВП в сериях Э1 и Э2 использовался факторный анализ отдельно в двух, наиболее многочисленных по составу группах.

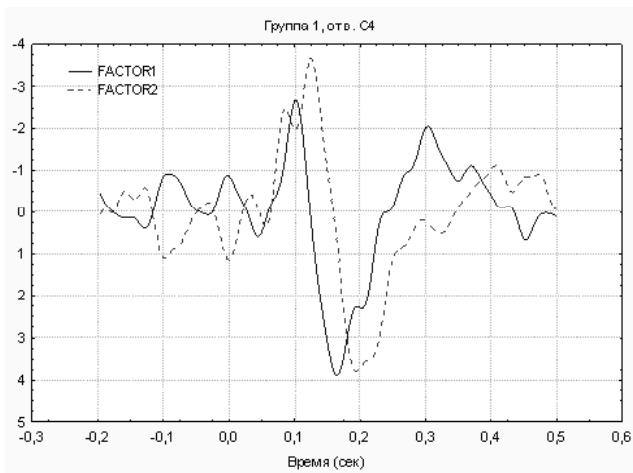


Рис. 1. Идеальные кривые, рассчитанные с помощью факторного анализа для первой группы испытуемых

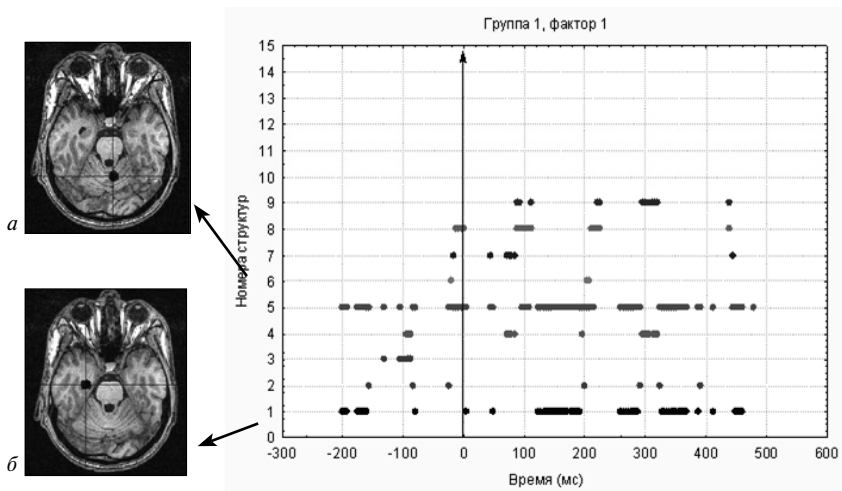


Рис. 2. Динамика активности выделенных мозговых структур по фактору 1 для группы 1. Номер по оси ординат соответствует мозговой структуре, где условные обозначения: 1 — затылочно-височная кора, 2 — фронтальная кора (прецентральная извилина), 3 — первичная зрительная кора (поле 17 по Бродману), 4 — нижнетеменная кора, 5 — мозжечок, 6 — премоторная область коры, 7 — теменная кора (поле 23 по Бродману), 8 — медиальная поверхность теменной коры (поле 31 по Бродмана), 9 — базальная поверхность затылочной доли, 10 — мост, 11 — височная кора, 12 — гиппокамп, 13 — базальная лобная кора, 14 — базальные ганглии (хвостатое ядро); а, б — наиболее активные структуры (структуры 1, 5)

Внутри группы 1 выделены два фактора, описывающие общие и наиболее типичные закономерности изменения ВП. В результате локализации выделенных факторов были выявлены особенности активности соответствующих мозговых структур. На рис. 1 представлены результаты группы 1: вся вариабельность ВП на щелчки в сериях ритмизации по 2 и 3 щелчка описана (на 57%) двумя факторами, измеренные значения которых представлены в отведении С4 сплошной (фактор 1) и пунктирной (фактор 2) линиями. Наблюдаемые изменения формы ВП в данной модели описываются взвешенной суммой этих «идеальных» кривых, образуя переходные формы (реальные ВП), и отражают «чистые стратегии». Невозможность выделения стратегий из реальных записанных ВП эксперимента обуславливается тем, что стратегии менялись самим испытуемым и нередко был факт применения двух стратегий одновременно.

Специфика стратегий ритмизации далее анализировалась с точки зрения динамики вовлеченности мозговых структур. На рис. 2, где показана временная динамика появления диполей в той или иной мозговой структуре, видно, что для фактора 1 наиболее активными структурами являются затылочно-височная кора и мозжечок. Некоторые структуры становятся активными непосредственно перед подачей стимула. Так, мы видим активацию глубинной префронтальной коры, глубинной височной, а так же медиальной поверхности теменной коры за не-

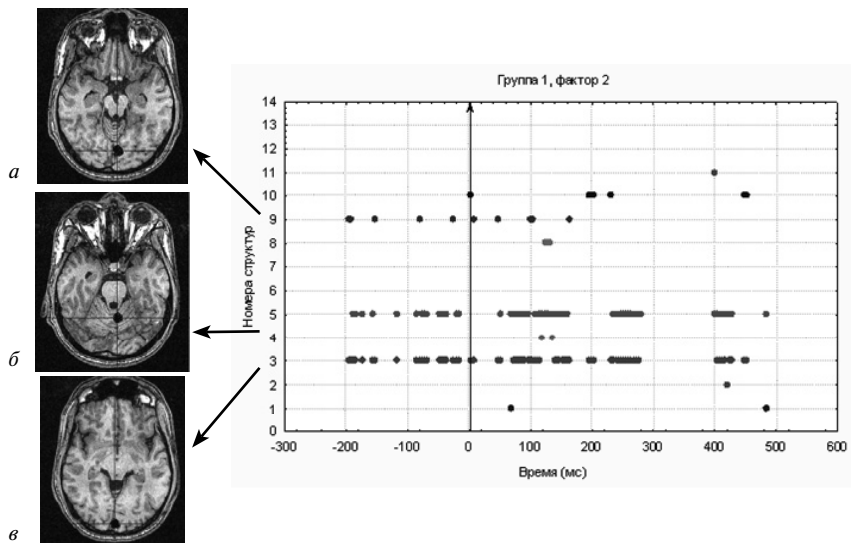


Рис. 3. Динамика активности выделенных мозговых структур по фактору 2 для группы 1. Номер по оси ординат соответствует мозговой структуре. Условные обозначения мозговых структур те же, что на рис. 2. А, б, в — наиболее активные структуры (структуры 3, 5, 9)

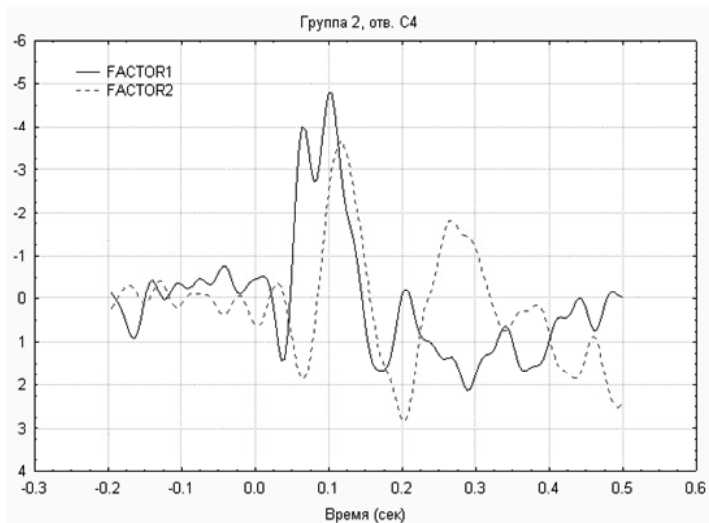


Рис. 4. Идеальные кривые, рассчитанные с помощью факторного анализа для второй группы испытуемых

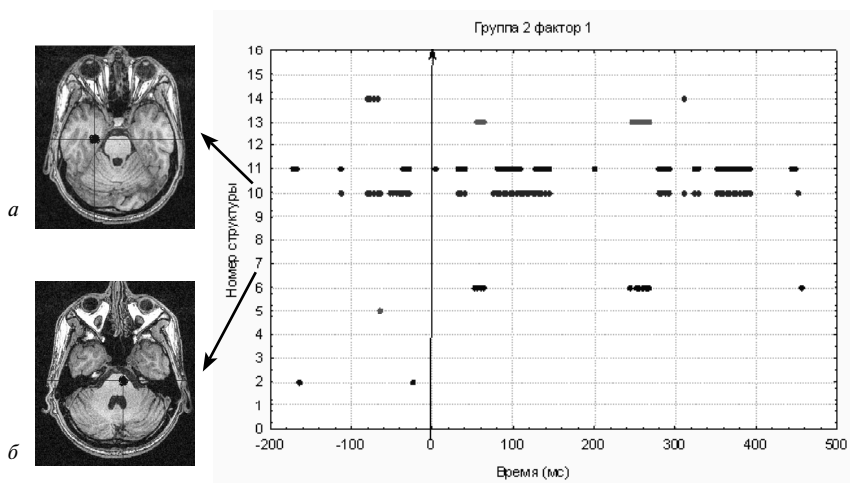


Рис. 5. Динамика активности выделенных мозговых структур по фактору 1 для группы 2. Номер по оси ординат соответствует мозговой структуре. Условные обозначения мозговых структур те же, что на рис. 2. А, б — наиболее активные структуры (структуры 10, 11)

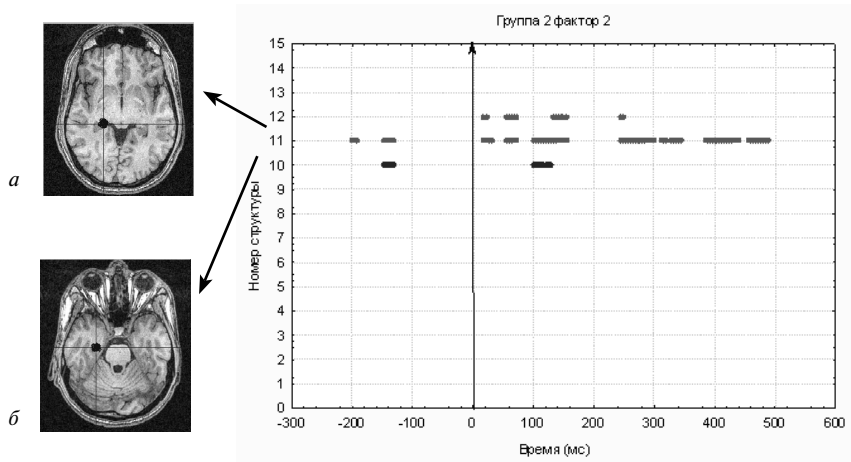


Рис. 6. Динамика активности выделенных мозговых структур по фактору 2 для группы 2. Номер по оси ординат соответствует мозговой структуре. Условные обозначения мозговых структур те же, что на рис. 2; а, б — наиболее активные структуры (структуры 11, 12)

сколько миллисекунд до стимула. Для фактора 2 (рис. 3) перманентно активными являются первичная зрительная кора, мозжечок и базальная поверхность затылочной доли.

Аналогичная процедура была проделана и для группы 2. На рис. 4 представлены данные ритмизации щелчков для группы 2, вся вариабельность ВП на щелчки описана двумя факторами на 55%. Измеренные значения их представлены также в отведении С4 сплошной (фактор 1) и пунктирной (фактор 2) линиями. Для фактора 1 (рис. 5) наиболее активными структурами являются Варолиев мост и височная кора; для фактора 2 (рис. 6) — Варолиев мост, височная кора и гиппокамп.

Обсуждение

Проведенное исследование формы ВП с помощью факторного анализа подтвердило его существенное преимущество перед методом простого усреднения ВП по испытуемым, так как в этом случае удалось учесть индивидуальные особенности испытуемых. Эта технология, реализующая сразу две важные цели, ради которых применяется метод усреднения потенциалов («очищение» сигнала от шума и выявление его общей формы по ряду отдельных вариаций), — позволяет построить модель исследуемых процессов. С помощью этого метода анализа можно количественно оценить «вклад» каждого отдельного ВП в систему и выделить «идеальные» ВП (они соответствуют выделенным факторам), на которые раскладывается вся совокупность исходных данных.

Эти составляющие в соответствующих пропорциях (их можно оценить по факторным нагрузкам) достаточно полно описывают все реально зарегистрированные ВП. Это позволяет выявить индивидуальную специфичность формы ВП. Если такой анализ провести первоначально для фоновой серии и разделить испытуемых на однородные группы, а затем проводить анализ ВП экспериментальных серий внутри каждой из групп, то выявленные факторы определяют все существенные варианты изменения формы ВП при использовании различных стратегий субъективной ритмизации, в том числе и промежуточных стратегий или перехода с одной стратегии на другую по ходу эксперимента. Количество этих «идеальных» форм ВП можно оценить на основании известных статистических критериев, а форму восстановить в качестве значений соответствующих факторов. В результате построенная модель позволит выявить особенности мозгового процесса объединения (ритмизации) шелчков в паттерн (вне зависимости от результатов самоотчетов) в виде нескольких наиболее типичных вариантов, пространственно-временные характеристики которых могут анализироваться и сопоставляться далее по отдельности.

Полученные различия слуховых ВП по форме согласуются с физиологическими данными об индивидуальной вариативности формы ВП на простые стимулы (Гнездицкий, 2004). Такая выраженность компонентов, изменение латенции в межиндивидуальных различиях была известна в литературе (там же), однако у нас эта особенность служит критерием для разделения испытуемых на группы для устранения побочной переменной индивидуальных различий из дальнейшего анализа. Так, для группы 2 по сравнению с группой 1 сильно выраженным является лишь пик N100, тогда как более поздние компоненты почти не представлены. В отличие от него в первой группе компоненты ВП представлены полностью: N100, P200, N300.

Выявленные факторы различия ВП внутри групп могут быть интерпретированы как стратегии объединения шелчков в ритмический паттерн, так как вклад физиологических особенностей испытуемых (отраженных в различной форме слухового ВП) был учтен при разделении их на 4 группы по стандартному шелчку.

По данным самоотчетов испытуемых, стратегия могла меняться на протяжении серии. Так, по концепции Теплова, различие по стратегиям говорит о разной деятельности, на которую опирается ритмическое чувство (Теплов, 2003). Таким образом, исходя из теоретических предпосылок стратегия объединения шелчков в группы должна была быть единой и не меняться на протяжении серии. Еще В. Вундт заметил, что апперцепция обладает специфическим видом реакции на содержание сознания, состоящее в связи с непосредственно апперципируемым впечатлением, т.е. внимание зависит от того, что сейчас находится в сознании. То, что воспринимает субъект, не соотносится с содержанием со-

знания *вообще*, но всегда соотносится с апперцепционными процессами, т.е. с тем, что находится в сознании в данный момент времени. Чувство ритма варьируется от человека к человеку, так как в каждом конкретном случае оно развивалось с опорой на специфическую для данного индивида деятельность, разную для каждого человека, оно оформлялось (выделялось в форму) в разной деятельности. Этим и объясняются различные стратегии построения ритма у разных испытуемых.

Применение разнородных способов объединения щелчков вынуждает признать следующее: несмотря на то что испытуемые подбирались с учетом сферы, в которой ритм у испытуемых наиболее выражен (музыкальная сфера), чувство ритма складывалось для них в различных сферах.

С фактом наличия разных стратегий связан активный характер любого построения ритма или ритмического переживания, Р. Мак-Дуголл отмечал, что ритм ни в коем случае не есть только акт восприятия, он по самому существу своему заключает в себе активную установку со стороны продуцирующего субъекта (McDougal, 1902). Действительно, если серия состоит из стимулов, физически идентичных и единообразно расположенных во времени, то восприятие любой группировки должно (за исключением влияния темпа последовательности) определяться субъективными факторами. Это объясняет тот факт, что разные по длительности серии казались испытуемым субъективно одинаковыми. Число паттернов в двух экспериментальных сериях было одинаковым и составляло 100. Именно на этот параметр и ориентировались испытуемые при оценке длительности серии, но не на количество щелчков как таковых.

В традиции анализа построения ритмов рассматривают дихотомию иерархического и линейного построения ритмов (Martin, 1972). Стратегии по определению могут быть отнесены к иерархическому варианту построения. Последняя стратегия (линейное построение ритма) стратегией в строгом смысле не является. Как известно, любая последовательность событий, в том числе и акустическая, может рассматриваться как иерархически построенная внутренняя структура. Исследовательской группой М. Йонгсма (Marijtje L.A. Jongsma) было выявлено последовательное, линейное восприятие ритмов у немзыкальных испытуемых. Авторы делают вывод об иерархическом процессе восприятия ритмов у испытуемых-музыкантов и линейном — у немзыкантов.

Применение нашими испытуемыми стратегий и сложных образов, привлечение других модальностей для решения задачи ритмизирования может свидетельствовать об иерархическом принципе построения ритма у наших испытуемых, так как у них у всех было развито чувство ритма.

Как следует из результатов анализа самоотчетов испытуемых, в течение одной достаточно долгой (40 минут) серии нередко случались факты

изменения стратегии испытуемым. В связи с этим следует отметить, что хотя прямое соотнесение выделенных типов мозговых процессов с этими типами стратегий затруднительно, все же имеются индивидуальные особенности ведущей деятельности, в которой складывалось чувство ритма. Поэтому в целом существование нескольких типов мозговой архитектуры, выявленной в данной задаче, можно объяснить несколькими факторами, в том числе и применением испытуемыми разных типов стратегий в ходе объединения щелчков в группы.

Как показали результаты локализации эквивалентных дипольных источников, в факторе 1 отмечается значительная роль затылочно-височной области коры и мозжечка в процессе объединения щелчков в паттерн (рис. 2). Роль мозжечка в ритмических паттернах, да и в когнитивных функциях в целом, начала привлекать к себе особое внимание относительно недавно. Ю.В. Зуева с коллегами (эл. ресурс) сообщают, что в 1997 г. в США под редакцией Дж. Д. Шмаманна (J.D. Schmahmann) была опубликована первая в мире монография «Мозжечок и познание», обобщившая клинические и физиологические данные. Участие мозжечка в когнитивных процессах возможно благодаря его двусторонним связям с ассоциативными зонами коры обоих полушарий головного мозга и с лимбической системой. Исследование Ю.В. Зуевой с коллегами (там же) показало, что мозжечок выполняет функцию координатора действий, в том числе и когнитивных. Таким образом, активность мозжечка, обнаруженная в нашем исследовании, может рассматриваться как отражение процессов контроля, программирования, а также иерархического объединения стимулов в паттерн. Это может свидетельствовать о роли мозжечка не столько в восприятии ритма, сколько в интеграции деятельности когнитивных процессов, что проявляется в процессе создания ритма и применения для этого иерархической стратегии (по данным Мак-Дуголла). По нашим результатам можно говорить, что аналогом иерархической стратегии являются все стратегии кроме последнего способа объединения – с помощью счета.

Для группы 2 характерной структурой, выделенной с помощью локализации «идеальных» ВП, была активность базальных ганглиев, точнее, хвостатого ядра (рис. 6). Роль подкорковых структур в когнитивных процессах (в процессах структурирования внутреннего опыта) также является новым направлением исследований. В работе Н.К. Корсаковой и Л.И. Московичюте (1985) отмечается значимость подкорковых ядер в восприятии и воспроизведении именно сложных акцентированных ритмов в отличие от задачи воспроизведения пачек звуков, т.е. простых и не акцентированных ритмов.

В связи с идеей иерархической обработки в качестве психофизиологического механизма построения ритма можно предположить существование динамических факторов, своеобразной мозговой архитектуры функциональных систем (Анохин, 1973). Системы, реализующие

структурирование шелчков в ритмические паттерны, различаются в зависимости от используемой стратегии, установки восприятия. Различная динамическая картина взаимодействия выявленных в данном исследовании активных мозговых структур отражает реализацию каждого типа стратегии объединения шелчков в паттерн.

Таким образом, проведенное исследование показало, что, несмотря на большие индивидуальные особенности формы акустических ВП (и соответствующих им мозговых процессов восприятия шелчков), а также различных психологических стратегий ритмизации, обнаруживаются общие механизмы интеграции отдельных последовательных событий (шелчков) в целостный образ. Эти системные механизмы описаны с помощью двухфакторной модели, каждому из факторов которой соответствует определенная динамика определенных мозговых структур. А именно в процессе интеграции участвуют: 1) мозжечок и затылочно-височная кора; 2) первичная зрительная кора, мозжечок; 3) Варолиев мост, височная кора; 4) Варолиев мост, височная кора и гиппокамп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анохин П.К.* Очерки по физиологии функциональных систем. М., 1975.
- Вартапов А.В.* Многофакторный метод разделения ЭЭГ на корковую и глубинную составляющие // Журн. ВВД. 2002. Т. 52. № 1. С. 111—118.
- Вундт В.* Введение в психологию. СПб., 2002. (Серия «Психология-классика»).
- Гнездицкий В.В.* Обратная задача ЭЭГ и клиническая энцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга). М., 2004.
- Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н.* Методологическое значение принципа симметрии в изучении функциональной организации человека // Функциональная межполушарная асимметрия. Хрестоматия. М., 2004. С. 15—47.
- Зуева Ю.В., Корсакова Н.К., Калашикова Л.А.* Роль мозжечка в когнитивных функциях. URL: <http://virtualcoglab.cs.msu.su/html/Zueva.html>
- Корсакова Н.К., Московичюте Л.И.* Подкорковые структуры мозга и психические процессы. М., 1985.
- Лурия А.Р.* Высшие корковые функции. М., 2000.
- Соколов Е.Н.* Восприятие и условный рефлекс: новый взгляд. М., 2003.
- Теплов Б.М.* Психология музыкальных способностей. М., 2003. (Сер. «Памятники психологической мысли»)
- Jongsma M.L., Desain P. et al.* Rhythmic context influences the auditory evoked potentials of musicians and non-musicians // Biol. Psychol. 2004. Vol. 66. N 2. P. 129—152.
- Martin J.G.* Rhythmic (hierarchical) versus serial structure in speech and other behavior // Psychol. Rev. 1972. Vol. 79. N 6. P. 487—509.
- McDougal R.* The relation of auditory rhythm to nervous discharge // Psychol. Rev. 1902. Vol. 9. Is. 5. P. 460—480.