

ВЛИЯНИЕ АЛЬФА-ТРЕНИНГА НА СЛУХОВЫЕ ВЫЗВАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕМПЕРАМЕНТА

Е.С. ОСОКИНА, Б.В. ЧЕРНЫШЕВ, Е.Г. ЧЕРНЫШЕВА



Осокина Евгения Сергеевна — стажер-исследователь научно-учебной группы когнитивной психофизиологии НИУ ВШЭ.
Контакты: eosokina@hse.ru



Чернышев Борис Владимирович — заведующий научно-учебной группой когнитивной психофизиологии НИУ ВШЭ, доцент кафедры психофизиологии факультета психологии НИУ ВШЭ, доцент кафедры высшей нервной деятельности биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, кандидат биологических наук, доцент.
Контакты: bchernyshev@hse.ru



Чернышева Елена Георгиевна — заведующая лабораторией энцефалографии и полиграфических методов диагностики, старший преподаватель кафедры психофизиологии факультета психологии НИУ ВШЭ, кандидат биологических наук.
Контакты: echernysheva@hse.ru

В работе использованы результаты, полученные в ходе выполнения проекта «Психофизиологическое исследование внимания и его связи с особенностями темперамента методом регистрации электрической активности мозга», выполненного в рамках программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2012 г.

Резюме

В статье приведены результаты исследования, направленного на выявление влияния альфа-тренинга на слуховые вызванные потенциалы при выполнении задачи на непрерывное внимание с бинарным выбором ответа в зависимости от особенностей темперамента. Показано, что прохождение альфа-тренинга способствует изменениям характеристик P2 и комплекса N1 P2; специфика данных изменений зависит от трех параметров темперамента: Нейротизма, Подвижности нервных процессов и Сотрудничества.

Ключевые слова: биологическая обратная связь (БОС), альфа-тренинг, вызванные потенциалы,

Альфа-тренинг, направленный на формирование способности к произвольной синхронизации альфа-ритма электроэнцефалограммы при помощи технологии биологической обратной связи (БОС), активно используется в различных сферах. Появляется все больше публикаций, описывающих положительное влияние альфа-тренинга на когнитивные функции: внимание, мышление, память (Алексеева и др., 2012; Escolano et al., 2011; Hanslmaуt et al., 2005). Однако проблема происходящих в результате альфа-тренинга изменений физиологических процессов, лежащих в основе выполнения когнитивных задач, освещена крайне слабо. Подобные изменения можно проследить, рассматривая вызванные потенциалы (ВП) — электрофизиологические корреляты процессов обработки информации.

Попытки исследовать влияние БОС-тренинга на ВП предпринимались и ранее (Egner, Gruzelier, 2001; Kropotov et al., 2005), но применялся не альфа-тренинг, а другие БОС-протоколы. Помимо этого, в фокусе исследований находились поздние когнитивные компоненты N2 и P3, тогда как N1 и P2, отражающие более

ранние этапы обработки информации — первичную селекцию, распознавание стимулов и начало процесса их классификации (Fonagyova Key et al., 2005; Hu et al., 2012), — оставались вне поля зрения исследователей.

Кроме того, ни в одной из работ не учитывались индивидуальные особенности испытуемых. Между тем можно предположить, что характер изменений ВП после прохождения БОС-тренинга зависит от биологически обусловленных индивидуальных особенностей, составляющих темперамент человека.

Темперамент определяет специфические для человека паттерны работы мозга, регулируемые биохимическими переменными (Неттер, 1993). В литературе была неоднократно показана связь параметров темперамента с компонентами ВП N1 и P2 (Chernyshev et al., 2012; Kovalenko, Pavlenko, 2009; Philipova, 2008; и др.). Также некоторые, хотя и весьма малочисленные данные указывают на то, что эффективность БОС-тренинга связана с темпераментом (Рогожина и др., 2012; Kопарева, 2006).

Целью настоящего исследования являлось выявление влияния альфа-тренинга на характеристики N1 и P2

при выполнении задачи на непрерывное слуховое внимание с бинарным выбором ответа в зависимости от особенностей темперамента испытуемых.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 24 испытуемых (12 мужчин и 12 женщин) в возрасте 18–26 лет. Выборка была разделена на две равные группы — экспериментальную и контрольную.

Все испытуемые дважды проходили эксперимент, включавший выполнение задачи на непрерывное слуховое внимание с бинарным выбором ответа, в ходе которого проводилась регистрация ЭЭГ. Предъявлялась случайная последовательность из 100 стимулов. В качестве стимулов использовались 4 звуковых тона высотой 500 Гц («низкий») и 2000 Гц («высокий»), каждый из которых представлял собой либо синусоидальный сигнал как таковой («чистый»), либо тот же сигнал с наложением широкополосного шума («зашумленный»). Длительность стимулов составляла 40 мс, фронты нарастания и спада — 10 мс, межстимульный интервал — 2.5 ± 0.5 с. Аудиостимуляцию производили при помощи программы «E-Prime». Стимулы подавали через вставные наушники. Согласно инструкции, зачитываемой испытуемым перед экспериментом, требовалось реагировать нажатием правой кнопки на джойстике на «низкий чистый» и «высокий зашумленный» тоны и нажатием левой кнопки — на «высокий чистый» и «низкий зашумленный». После нажатия на кнопку

испытуемые получали визуальную обратную связь: при релевантной реакции на экране находившегося перед ними монитора на нейтральном сером фоне появлялся желтый «смайлик», при нерелевантной реакции экран оставался заполненным серым фоном. Эксперимент состоял из 5 экспериментальных серий.

Регистрацию ЭЭГ проводили на энцефалографе NVX-52 с программным обеспечением «Неокортекс Про» (ООО Нейроботикс, г. Зеленоград, Россия) от 32 симметричных отведений в соответствии с международной схемой 10–10%.

Интервал между первым экспериментом (экспериментом 1) и повторным экспериментом (экспериментом 2) составлял 1–1.5 месяца.

В интервале между экспериментами испытуемые экспериментальной группы проходили альфа-тренинг, направленный на увеличение мощности альфа-ритма в верхней части индивидуального альфа-диапазона (определяемого как частота максимального спектрального пика альфа-активности + 2 Гц) при закрытых глазах. Тренинг состоял из 5 сеансов, каждый из которых включал 6 сессий по 3 минуты каждая. Каждый сеанс проводили в отдельный день. Перед первым сеансом записывали фоновую ЭЭГ и вычисляли индивидуальный альфа-диапазон. В начале каждого сеанса проводили измерение оптимального порога мощности альфа-ритма (порог устанавливали так, чтобы при такой же мощности ритма сигнал обратной связи звучал в 30% времени). При увеличении мощности альфа-ритма (превышении оптимального порога) через колонки звучал сигнал обратной связи (щелчки).

Тренинг осуществляли при помощи программно-аппаратного комплекса БОСЛАБ (ООО Компьютерные системы биоуправления, г. Новосибирск, Россия). Регистрацию ЭЭГ производили с отведений Pz и Fz в соответствии с международной схемой 10–20%. Также осуществляли запись ЭМГ от области лба по двум каналам для предотвращения научения через напряжение мышц.

Испытуемые заполняли Личностный опросник ЕРІ Г. Айзенка (Альманах психологических тестов, 1995), Павловский опросник темперамента PTS Я. Стреляу (Альманах психологических тестов, 1995) и Пятифакторный опросник NEO-FFI П. Косты и Р. Маккрея (Орел, Сенин, 2008).

Статистическую обработку выполняли в программе Statistica. Была применена общая линейная модель с повторными измерениями. Рассмат-

ривали три фактора повторных измерений: Отведение (Fz, Cz, Pz), Эксперимент (Эксперименты 1 и 2) и Серия (серии 1–5 в пределах каждого эксперимента); в качестве ковариат включали баллы по шкалам указанных выше опросников (Темперамент). Были проведены отдельный анализ данных экспериментальной группы, а также сравнение данных двух групп. Для межгрупповых различий в общую линейную модель был включен фактор Группа.

Результаты

Для каждой серии Экспериментов 1 и 2 были рассчитаны ВП по отведениям Fz, Cz и Pz. Типичный ВП, полученный в результате обработки ЭЭГ одного из испытуемых, представлен на рисунке 1. Рассматривались амплитуда и латентность компонентов N1 и P2, а также амплитуда

Рисунок 1

Пример ВП одного испытуемого в отведении Cz при выполнении экспериментальной задачи

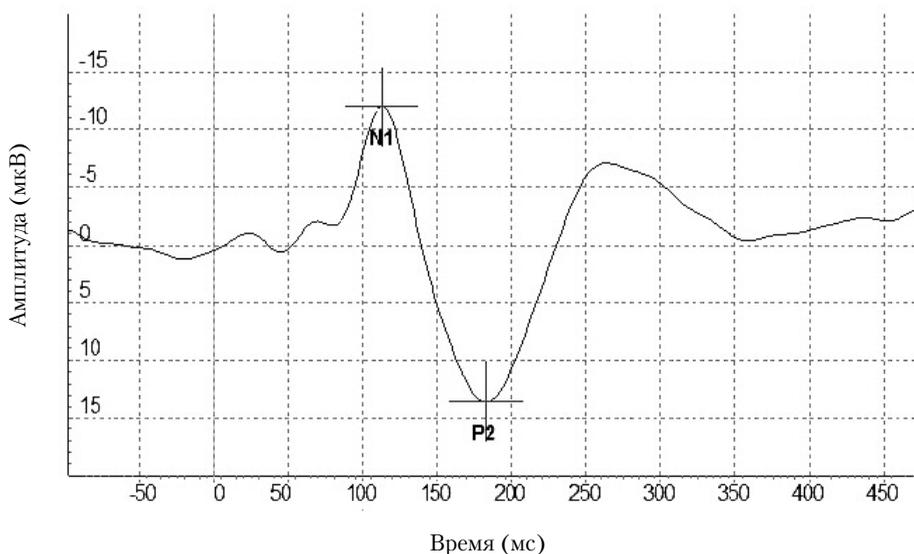


Таблица 1

Характеристики ВП, усредненные по 5 сериям и отведениям Fz, Cz и Pz.
Приведены средние значения по группам \pm стандартная ошибка среднего

	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	Эксперимент 1	Эксперимент 2	Эксперимент 1	Эксперимент 2
Амплитуда N1 (мкВ)	-5.61 ± 0.75	-5.30 ± 0.80	-5.13 ± 0.71	-4.78 ± 0.58
Латентность N1 (мс)	109.72 ± 4.11	112.53 ± 2.63	101.98 ± 5.27	110.24 ± 1.29
Амплитуда P2 (мкВ)	8.16 ± 0.79	8.94 ± 0.97	7.18 ± 0.80	7.37 ± 0.67
Латентность P2 (мс)	189.35 ± 3.78	189.26 ± 3.88	180.56 ± 5.31	187.31 ± 3.01
Амплитуда N1-P2 (мкВ)	13.78 ± 1.24	14.24 ± 1.49	12.31 ± 1.24	12.15 ± 1.14
Длительность N1-P2 (мс)	79.63 ± 4.44	76.72 ± 4.62	78.58 ± 3.42	77.07 ± 3.08

и длительность комплекса N1-P2. Усредненные значения по данным показателям приведены в таблице 1.

При статистическом анализе данных экспериментальной группы были обнаружены изменения латентности P2 в зависимости от уровня Нейротизма по опросникам EPI (взаимодействие факторов Эксперимент \times Темперамент: $F(1,10) = 6.80$, $p < 0.05$) и NEO-FFI (взаимодействие факторов Эксперимент \times Темперамент: $F(1,10) = 7.25$, $p < 0.05$). У испытуемых с низким уровнем Нейротизма латентность P2 уменьшилась в Эксперименте 2 по сравнению с Экспериментом 1, а у испытуемых с высоким уровнем, напротив, увеличилась (рисунки 2, 3). В целом в Эксперименте 1 латентность P2 была больше при низком уровне Нейротизма, а в Эксперименте 2 — при высоком.

Также произошли изменения характеристик ВП в зависимости от степени Подвижности нервных процессов по опроснику PTS. У испытуемых с высокой Подвижностью нервных процессов в Эксперименте 2 увеличилась амплитуда комплекса N1 (взаимодействие факторов Эксперимент \times Темперамент: $F(1,10) = 8.86$, $p < 0.05$) и амплитуда P2 (взаимодействие факторов Эксперимент \times Темперамент: $F(1,10) = 14.26$, $p < 0.01$) (рисунки 4, 5). При этом в Эксперименте 1 амплитуда комплекса N1-P2 не различалась у испытуемых с высокой и низкой Подвижностью нервных процессов, а амплитуда P2 была исходно больше у испытуемых с высокой Подвижностью нервных процессов.

Помимо этого, при сравнении данных двух групп в экспериментальной группе были выявлены

Рисунок 2

Изменение латентности P2 в зависимости от уровня Нейротизма по опроснику EPI в экспериментальной группе

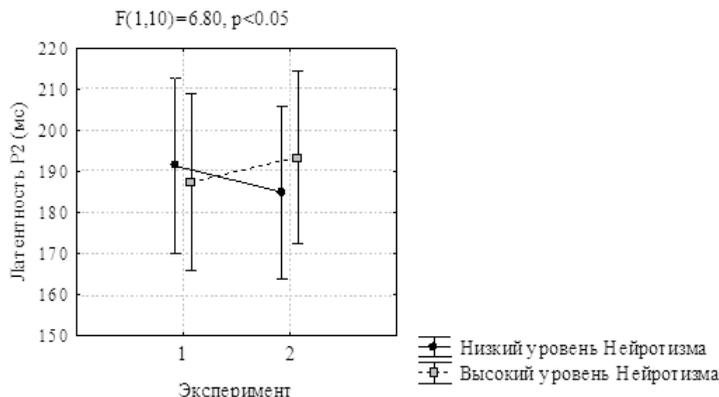
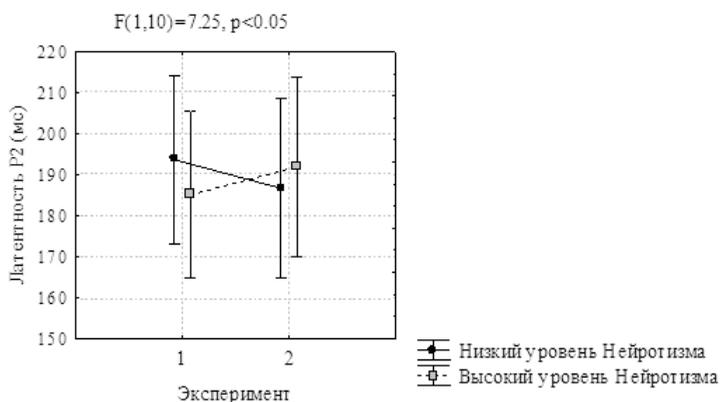


Рисунок 3

Изменение латентности P2 в зависимости от уровня Нейротизма по опроснику NEO-FFI в экспериментальной группе



изменения амплитуды P2 в зависимости от уровня Сотрудничества по опроснику NEO-FFI (взаимодействие факторов Группа×Эксперимент×Темперамент: $F(1,20) = 4.95, p < 0.05$) (рисунок 6). У испытуемых с низким уровнем Сотрудничества в Эксперименте 1 амплитуда P2 была меньше, чем у испытуемых с высо-

ким уровнем Сотрудничества; в Эксперименте 2 амплитуда P2 у испытуемых с низким Сотрудничеством увеличилась, и различия нивелировались. Подобных изменений не произошло в контрольной группе. Стоит отметить, что в контрольной группе амплитуда P2 у испытуемых с низким уровнем Сотрудничества уже в

Рисунок 4

Изменение амплитуды комплекса N1-P2 в зависимости от степени Подвижности нервных процессов по опроснику PTS в экспериментальной группе

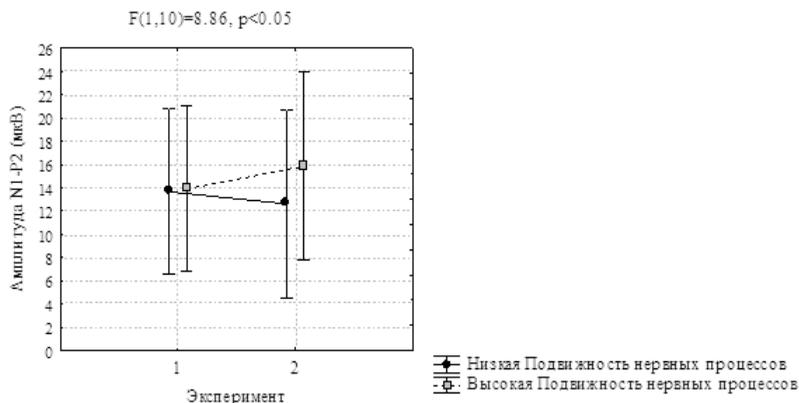
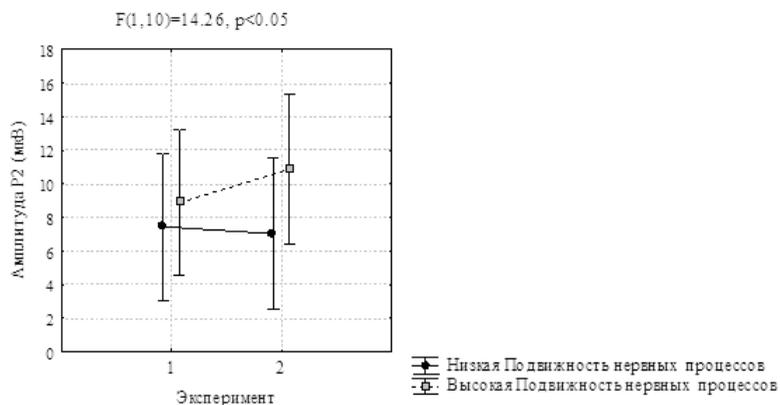


Рисунок 5

Изменение амплитуды P2 в зависимости от степени Подвижности нервных процессов по опроснику PTS в экспериментальной группе



Эксперименте 1 была такой же, как у испытуемых с высоким уровнем Сотрудничества.

Обсуждение

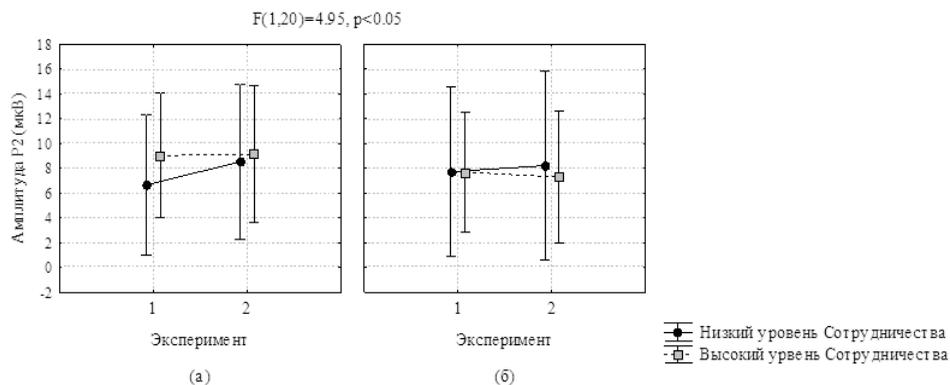
После прохождения испытуемыми альфа-тренинга были установлены изменения характеристик P2 и

комплекса N1-P2, связанные с тремя параметрами темперамента – Нейротизмом, Подвижностью нервных процессов и Сотрудничеством.

Нейротизм является параметром темперамента, отражающим устойчивые особенности эмоционального реагирования человека. Высокий уровень Нейротизма характеризуется

Рисунок 6

Изменение амплитуды P2 в зависимости от уровня Сотрудничества по опроснику NEO-FFI (а – экспериментальная группа, б – контрольная группа)



эмоциональной нестабильностью, чувствительностью, напряженностью, беспокойством и подверженностью стрессу, низкий уровень — расслабленностью, спокойствием, добродушием, толерантностью к фрустрациям и стрессоустойчивостью (Орел, Сенин, 2008; Costa et al., 1991; Eysenck, 1970). Имеются некоторые данные о взаимосвязи между Нейротизмом и латентностью компонентов ВП. Например, в одной из работ у испытуемых с высоким уровнем Нейротизма была обнаружена меньшая латентность P2 при просмотре эмоционально окрашенных изображений (Kovalenko, Pavlenko, 2009). В настоящем исследовании была показана аналогичная тенденция при первом прохождении эксперимента; вероятно, новая сложная задача вызывала не меньший стресс, чем предъявление аффективно окрашенных стимулов, и эмоциональная нестабильность стимулировала более быструю обработку информации. Однако при повторении эксперимен-

та была обнаружена обратная зависимость: у испытуемых с высоким уровнем Нейротизма латентность P2 увеличилась, а у испытуемых с низким уровнем Нейротизма уменьшилась. По всей вероятности, данные изменения обусловлены влиянием альфа-тренинга.

Альфа-тренинг широко применяется в клинической практике в целях снижения ситуативной и личностной тревожности (Hammond, 2005), которая является одним из основополагающих компонентов Нейротизма (Орел, Сенин, 2008; Costa et al., 1991). Авторы указывают на то, что снижение тревожности сопровождается общим изменением активности мозга. Можно предположить, что сходный эффект возможен и для паттернов, лежащих в основе Нейротизма. Помимо этого, опубликованы результаты ряда исследований в неклинической сфере. В одном из них испытуемые с низким уровнем Нейротизма более успешно справлялись с задачей увеличения

соотношения альфа- и тета-ритмов в альфа-тета-тренинге (Копарева, 2006). В другой работе большую мощность альфа-ритма в альфа-тренинге демонстрировали холерики и меланхолики, т.е. испытуемые с высоким уровнем Нейротизма и высокой Подвижностью нервных процессов (Рогожина и др., 2012). Таким образом, есть указания на то, что альфа-тренинг эффективен как при высоком, так и при низком уровне Нейротизма.

Результаты настоящего исследования могут служить подтверждением того, что альфа-тренинг оказывает влияние на испытуемых с разным уровнем Нейротизма. Прохождение альфа-тренинга позволило всем испытуемым оптимизировать процессы обработки информации, обусловленные особенностями их темперамента. У испытуемых с высоким уровнем Нейротизма увеличилась латентность P2; возможно, у них уменьшилась эмоциональная реактивность, и они стали способны медленнее (и более обстоятельно) обрабатывать информацию и более тщательно распознавать стимулы. У испытуемых с низким уровнем Нейротизма латентность P2, наоборот, уменьшилась; можно предположить, что они использовали опыт, полученный при первом прохождении эксперимента, и обработка информации с опорой на него осуществлялась более быстро.

Вышеупомянутые данные Н.В. Рогожиной с соавт. (там же) также согласуются с полученными в настоящем исследовании результатами, касающимися изменений ВП в зависимости от Подвижности нервных процессов.

Подвижность нервных процессов представляет собой одно из трех базовых свойств центральной нервной системы, выделенных И.П. Павловым. С биологической точки зрения, она отражает скорость смены процессов возбуждения и торможения определяющую «способность нервной системы быстро реагировать на изменения в окружающей среде» (Теплов, 1998, с. 264). Данные о соотношении Подвижности нервных процессов и компонентов N1 и P2 немногочисленны. Ранее мы выявили у испытуемых с высокой Подвижностью нервных процессов меньшую амплитуду N1 и комплекса N1-P2 при выполнении слуховой задачи в парадигме активный оддболл (Chernyshev et al., 2012). На первый взгляд, это противоречит результатам настоящего исследования, где амплитуда комплекса N1-P2 изначально не зависела от данного параметра, а при повторном прохождении становилась больше у испытуемых с высокой Подвижностью нервных процессов. Предположительно описанное противоречие отчасти объясняется спецификой экспериментальных задач: в указанной работе была использована задача, требующая селективного внимания (с игнорированием нецелевых стимулов), тогда как задача настоящего исследования предполагала непрерывное реагирование на все поступающие стимулы. Возможно, условия задач предъявляли определенные требования к системе обработки информации, и в одной из ситуаций высокая Подвижность нервных процессов способствовала, а в другой — препятствовала удовлетворению этих требований.

Более того, при повторном прохождении эксперимента наблюдались отчетливые различия амплитуды P2 и комплекса N1-P2 у испытуемых с разной степенью Подвижности нервных процессов. Можно предположить, что изменения данных компонентов ВП у испытуемых с высокой Подвижностью нервных процессов также выступают в качестве индикатора эффективности альфа-тренинга: представляется вероятным, что тренинг позволил более продуктивно использовать при распознавании и классификации стимулов возможности мозга, которые лежат в основе Подвижности нервных процессов.

Также в исследовании было обнаружено изменение амплитуды P2 после прохождения альфа-тренинга у испытуемых с низким уровнем Сотрудничества. Сотрудничество связано с особенностями межличностного взаимодействия и включает доверие, честность, альтруизм, уступчивость, скромность и чуткость (Орел, Сенин, 2008; Costa et al., 1991). Данный параметр темперамента не имеет под собой четкой физиологической основы. По мнению Г. Айзенка, Сотрудничество является индивидуальным свойством, обратным Психотизму (Eysenck, 1992) — параметру, связанному с адаптивностью социального поведения и при высоких значениях соотносимому с недостаточным или избыточным базовым уровнем активации (Claridge, 1987). Мы не обнаружили работ, описывающих связь Сотрудничества с N1 и P2.

Если принять позицию Г. Айзенка, можно предположить, что у испытуемых экспериментальной группы с

низким уровнем Сотрудничества, соответствующим высокому уровню Психотизма, при первом прохождении эксперимента по причине неоптимального уровня активации была меньшая амплитуда P2. При повторении эксперимента у них увеличилась амплитуда P2, что может быть связано с влиянием альфа-тренинга: возможно, испытуемые приобрели способность компенсировать неадекватный для выполнения задачи базовый уровень активации адекватным ситуативным, что привело к изменению процессов обработки информации. Необходимо отметить, что в контрольной группе изначально отсутствовали различия амплитуды P2 у испытуемых с высоким и низким уровнем Сотрудничества. Но у испытуемых этой группы с низким уровнем Сотрудничества не произошло тех изменений, которые наблюдались в экспериментальной группе. Эти данные демонстрируют наличие эффекта альфа-тренинга.

Результаты настоящего исследования позволяют сделать вывод о зависящем от особенностей темперамента влиянии альфа-тренинга на характеристики ВП и стоящие за ними процессы обработки информации в мозге.

Однако открытым остается вопрос о внутренних механизмах данного влияния и физиологических основах произошедших изменений. С одной стороны, изменения могут служить показателем фундаментальной трансформации паттернов активности мозга. Это предположение подкрепляется данными об

эффектах клинического применения БОС-тренинга (Hammond, 2005). С другой стороны, они могут быть связаны с овладением навыком произвольного достижения состояния, оптимального для выполнения конкретных задач. Эта идея изложена в работах, посвященных проблеме пика формы: основным критерием

пика формы, для достижения которого традиционно используется именно альфа-тренинг, является способность приводить активность мозга в соответствие с требованиями ситуации (Алексеева и др., 2012; Norris, Currier, 1999). Проверка приведенных предположений требует дальнейших исследований.

Литература

Алексеева М.В., Балиоз Н.В., Муравлева К.Б., Сапина Е.В., Базанова О.М. Исследование тренинга произвольного увеличения альфа-мощности ЭЭГ для улучшения когнитивной деятельности // Физиология человека. 2012. Т. 38. № 1. С. 56–61.

Альманах психологических тестов. М.: КСП, 1995.

Неттер П. Биохимические переменные в исследованиях темперамента: цели, подходы, находки // Иностранная психология. 1993. Т. 1. № 2. С. 49–56.

Орел В.Е., Сенин И.Г. Личностные опросники NEO PI-R и NEO-FFI. Руководство по применению. Ярославль: НПЦ «Психодиагностика», 2008.

Рогожина Н.В., Чернышева Е.Г., Чернышев Б.В., Рамендик Д.М., Трунова М.С. Динамика обучения саморегуляции с использованием методики биологической обратной связи у людей с разными особенностями нервной системы // «Нейронаука для медицины и психологии»: 8-й Международный междисциплинарный конгресс. Судак, Крым, Украина, 2–12 июня 2012 г.: Труды / Под ред. Е.В. Лосевой, Н.А. Логиновой. М.: МАКС Пресс, 2012. С. 339–340.

Теплов Б.М. Психология и психофизиология индивидуальных различий. М.:

Изд-во «Институт практической психологии», Воронеж; НПО «МОДЭК», 1998.

Chernyshev B., Lazarev I., Chernysheva E., Osokina E., Ramendik D. Event-related potentials as correlates of attentional resource allocation in dependence on individual differences. Working paper. Series: Psychology. WP BRP 01/PSY/2012. Moscow: Higher School of Economics, 2012.

Claridge G. Psychoticism and arousal // Personality dimensions and arousal: perspectives on individual differences / J. Strelau, H.J. Eysenck (eds.). N.Y.: Springer, 1987. P. 133–150.

Costa P.T., McCrae R.R., Dy D.A. Facet scales for agreeableness and conscientiousness: a revision of NEO Personality Inventory // Personality and Individual Differences. 1991. 12. 9. 887–898.

Egner T., Gruzelier J.H. Learned self-regulation of EEG frequency components affects attention and event-related brain potentials in humans // Neuroreport. 2001. 12. 4155–4160.

Escolano C., Aguilar M., Minguez J. EEG-based upper alpha neurofeedback training improves working memory performance // Engineering in medicine and biology society. 2011 Annual international conference of the IEEE. Zaragoza, 2011. P. 2327–2330.

Eysenck H.J. Four way five factors are not basic // *Personality and Individual Differences*. 1992. 13. 6. P. 667–673.

Eysenck H.J. The structure of human personality. L.: Methuen, 1970.

Fonaryova Key A.R., Dove G.O., Maguire M.J. Linking brainwaves to the brain: an ERP primer // *Developmental Neuropsychology*. 2005. 27. 2. 183–215.

Hammond D.C. Neurofeedback treatment of depression and anxiety // *Journal of Adult Development*. 2005. 12. 131–137.

Hanslmayr S., Sauseng P., Doppelmayr M., Schabus M., Klimesh W. Increasing individual alpha power by neurofeedback improves cognitive performance in human subjects // *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2005. 30. 1. 1–10.

Hu Z., Zhang R., Zhang Q., Liu Q., Li H. Neural correlates of audiovisual integration of semantic category information // *Brain and Language*. 2012. 121. 70–75.

Konareva I.N. Correlations between the psychological peculiarities of an individual

and the efficacy of a single neurofeedback session (by EEG characteristics) // *Neurophysiology*. 2006. 38. 3. 239–247.

Kovalenko A.A., Pavlenko V.B. Emotional significance of the stimulus and features of the personality as factors reflected in pattern of evoked EEG potentials // *Neurophysiology*. 2009. 41. 4. 336–356.

Kropotov J.D., Grin-Yatsenko V.A., Ponomarev V.A., Chutko L.S., Yakovenko E.A., Nikishina I.S. ERP correlates of EEG relative beta training in ADHD children // *International Journal of pPsychophysiology*. 2005. 55. 23–34.

Norris S.L., Currier M. Performance enhancement training through neurofeedback // J.R. Evans, A. Abarbanel (eds.). *Introduction to quantitative EEG and neurofeedback*. San Diego: Academic Press, 1999. P. 224–240.

Philipova D.T. Changes in N1 and P3 components of the auditory event-related potentials in extraverts and introverts depending on the type of the task // *Folia Medica*. 2008. 50. 2. 24–31.