

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГУМАНИТАРНОЙ СФЕРЕ И ОБРАЗОВАНИИ

### Вербальный интеллект и его психофизиологические корреляты

***Лобанов А.П.***

Белорусский государственный педагогический университет  
имени Максима Танка (УО «БГПУ»), г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: lobanov.ap@outlook.com

***Дроздова Н.В.***

Республиканский институт высшей школы (ГУО «РИВШ»)  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: drozdova\_33@mail.ru

***Морозов А.А.***

Военная Академия Республики Беларусь (УО «ВА РБ»)  
г. Минск, Республика Беларусь

Вербальный интеллект в парадигме индивидуального ментального опыта представляет собой способность к аналитико-синтетической умственной активности, функционирующей в сложно-структурированном ассоциативно-категориальном континууме ментальных репрезентаций. В данной статье представлены результаты исследования, предметом которого являются нейрофизиологические корреляты умственной деятельности, включая пространственную локализацию и интенсивность биоэлектрической активности коры больших полушарий. Реализована экспериментальная схема 2 x 2, где в качестве независимых переменных выступили «характер инструкции» и «ведущий способ группировки». В результате спектрального, когерентного и амплитудного анализа установлены различия в биоэлектрической активности областей головного мозга на уровне ЭЭГ покоя и при выполнении тестовых заданий между группами респондентов с конкретным и абстрактным вербальным интеллектом, выполняющими задания с характерной / нехарактерной инструкцией.

***Ключевые слова:*** вербальный интеллект, спектральный анализ, когерентный анализ, амплитудный анализ.

**Финансирование.** Исследование выполнено при финансовой поддержке Государственной программы научных исследований Республики Беларусь (ГПНИ) в рамках научного проекта № госрегистрации 20210511.

**Для цитаты:**

Лобанов А.П., Дроздова Н.В., Морозов А.А. Вербальный интеллект и его психофизиологические корреляты // Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (ДНТЕ 2021): сб. статей II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 11–12 ноября 2021 г. / Под ред. В.В. Рубцова, М.Г. Сороковой, Н.П. Радчиковой. М.: Издательство ФГБОУ ВО МГППУ, 2021. 326–342 с.

## Введение

В настоящее время можно с уверенностью утверждать, что реальные достижения цифровой экономики и цифрового общества базируются на исследованиях естественного интеллекта и его способности к переработке информации, воспроизводимых при помощи технологий виртуальной реальности. Указанные выше направления исследования связаны с личностью Г. Ю. Айзенка [1]. Его эксперименты в области психологии интеллекта В. Н. Дружинин относит к нейрофизиологическому [3], а М. А. Холодная [12] – к информационному, подходу. Н.И. Чуприкова, анализируя теорию интеллекта Г. Ю. Айзенка, констатирует, что скорость переработки информации является тем внутренним звеном, которое объединяет индивидуальные различия во времени реакции выбора альтернатив и интеллект человека [13, с. 386].

Обращение психологов к теории и практике электроэнцефалографии (ЭЭГ) позволяет проверить научные предположения Г. Ю. Айзенка. ЭЭГ-показатели можно рассматривать как нейрофизиологические корреляты умственной деятельности, фиксируя пространственную локализацию и интенсивность биоэлектрической активности коры больших полушарий.

Одними из первых к исследованию взаимосвязи вербального интеллекта и биоэлектрических потенциалов головного мозга обратились А. и Д. Хендриксон. Они установили, что эффективность выполнения теста Д. Векслера (особенно его вербальных субтестов) значимо коррелирует с параметрами усредненных вызванных потенциалов [цит. по 3]. В исследовании [14] обнаружено, что изменение в мозговой активности, локализованной в левом полушарии, коррелирует со скоростью речевого научения (научением смыслу новых слов путем ассоциаций между словом и действием), имеющим непосредственное отношение к функционированию вербального интеллекта.

Отличительной особенностью данного исследования нейрофизиологических коррелят интеллекта является то, что вербальный интеллект рассматривается в парадигме индивидуального ментального опыта. Согласно авторской теории двухфакторного вербального интеллекта, он представляет собой способность к аналитико-

синтетической умственной активности, функционирующей в сложно-структурированном ассоциативно-категориальном континууме ментальных репрезентаций [4–6].

### **Дизайн исследования**

Полная схема нашего эксперимента предполагала исследование окулomotorной активности и вызванных потенциалов головного мозга (его биоэлектрической активности) в процессе группировки вербальных триад двумя альтернативными (ассоциативным и понятийным) способами. Результаты исследования окулomotorной активности респондентов с конкретным и абстрактным вербальным интеллектом представлены в опубликованной ранее статье [7]. Она содержит подробное описание пилотажного (предварительного) исследования, что позволяет нам перейти непосредственно к изложению организации и результатов основного этапа лабораторного эксперимента.

В ходе исследования была реализована сложная экспериментальная схема 2 x 2, где в качестве независимых переменных выступили «характер инструкции» и «ведущий способ группировки». Кроме того, эксперимент был усложнен за счет того, что испытуемые сначала работали со знакомым, а затем – незнакомым для них стимульным материалом. Такой подход позволяет определить психофизиологические корреляты когнитивных процессов и эффективность когнитивного научения респондентов с разными характеристиками их вербального интеллекта. В эксперименте приняли участие 4 группы испытуемых: с понятийным способом группировки и характерной для них инструкцией (SPx) – 10 респондентов; с понятийным способом группировки и нехарактерной инструкцией (SPн) – 10 респондентов; с ассоциативным способом группировки и характерной инструкцией (SAx) – 12 респондентов; с ассоциативным способом группировки и нехарактерной инструкцией (SAн) – 8 респондентов. Всего 40 студентов 1 и 2 курсов факультета социально-педагогических технологий (ФСПТ).

Исследование было проведено на электроэнцефалографе «Нейрон-Спектр-4/ВПП» с базовым программным обеспечением и согласно международной схеме 10–20. Названная выше схема, как известно, основана на взаимосвязи между расположением электродов (отведением) и соответствующей областью коры головного мозга (ГМ). Компьютерная обработка осуществлялась в режиме когерентного, спектрального и периодического (амплитудно-интервального) анализа. Тем самым, на основе сравнения количественных и пространственных изменений регистрируемых данных отслеживались тенденции изменения БЭА на различных участках записи в разных обследуемых группах.

Запись электроэнцефалограммы (ЭЭГ) каждого испытуемого была проведена дважды: первая с использованием уже знакомого стимульного материала для адаптации обследуемого и наладки аппаратуры, вторая запись с использованием незнакомого стимульного материала. Тем самым, два раза были зафиксированы записи фоновой ЭЭГ покоя с закрытыми глазами (3 мин), ЭЭГ бодрствования с открытыми глазами при прослушивании инструкций и при прохождении теста, при наличии ошибок в момент объявления об этом испытуемому. В качестве заданий был использован стимульный материал авторской методики «Ведущий способ группировки» (ВСГ) [4]. Стимульный материал предъявлялся на карточках. Согласно инструкции, испытуемые группировали слова в ассоциативные (Египет – Нил – фараон) или понятийные (фараон – царь – император) триады. Наличие ассоциативных триад позволяет говорить о конкретном вербальном интеллекте (совокупности тематических репрезентаций и ассоциативных способностей), понятийных триад – абстрактном вербальном интеллекте (совокупности категориальных репрезентаций и когнитивных способностей).

В результате записи фоновой электроэнцефалограммы патологических изменений биоэлектрической активности головного мозга не отмечено. Биоэлектрическая активность головного мозга испытуемых соответствует возрастным нормативам.

Анализ различий в группах испытуемых по изучаемым показателям оценивался с помощью однофакторного дисперсионного анализа с последующим применением апостериорного критерия Дункана. В случаях значимого различия в дисперсиях сравниваемых групп по критерию Ливена, применялся непараметрический аналог дисперсионного анализа – Н-критерий Краскела – Уоллиса. При парном сравнении групп испытуемых применялись как параметрический (t-критерий Стьюдента), так и непараметрический (U-критерий Манна – Уитни) критерии различий. Обработка полученных результатов была проведена в системе IBM SPSS Statistics 19.

### **Тенденции изменения БЭА**

Основные тенденции изменения биоэлектрической активности головного мозга испытуемых разных групп проанализируем на основе количественных и пространственных показателей средней мощности межполушарной когерентности и средней частоты в отведениях F3, F4 и P3, P4. Другими словами, рассмотрим динамику показателей мощности и частоты и соотношение данных параметров в теменной области коры и в височной области ГМ, в проекции коры ГМ, отвечающей за когнитивные функции.

Установлено, что средняя мощность когерентности возрастала во всех группах респондентов при прослушивании инструкций и снижалась при выполнении задания как в лобно-височной, так и в теменно-затылочной области, что может свидетельствовать о повышении активности отдельных полушарий ГМ и снижении синхронности в работе полушарий при выполнении задания (рисунок 1).

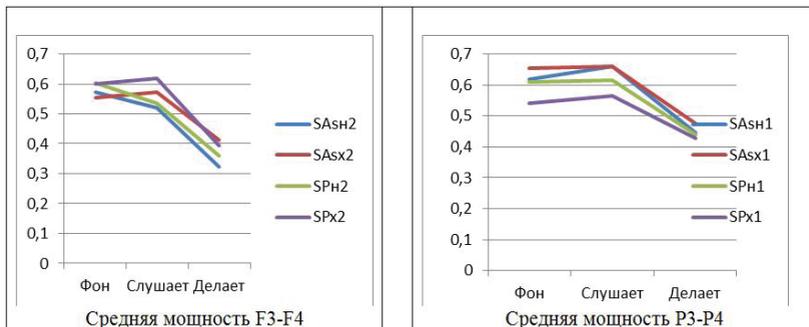


Рис. 1. Динамика показателя средней мощности межполушарной когерентности в группах при выполнении этапов теста

Анализ динамики средней частоты показал возрастание данного параметра во всех группах при прослушивании инструкций и незначимое его снижение при выполнении задания в лобно-височной области ГМ, в то время как в теменно-затылочной области выявлено незначительное возрастание средней частоты при прослушивании инструкций и дальнейшее возрастание данного параметра при выполнении задания, что может свидетельствовать об активизации теменно-затылочных отделов ГМ (рисунок 2).

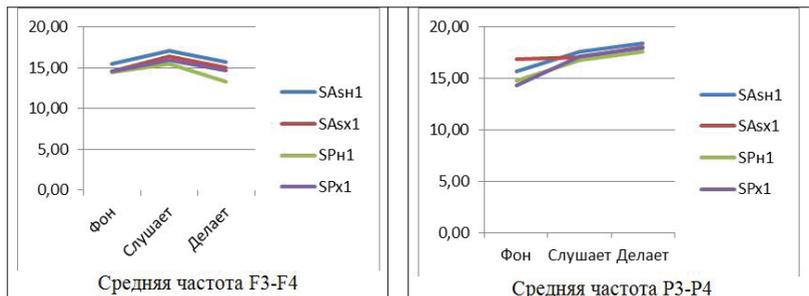


Рис. 2. Динамика показателя средней частоты межполушарной когерентности в группах при выполнении этапов теста

При этом в группе SAsx обнаружено более выраженное (по сравнению с другими группами) возрастание средней мощности межполу-

шарной когерентности при прослушивании инструкции и снижение данного показателя при выполнении задания, что может свидетельствовать об усилении функционального взаимодействия полушарий при усвоении материала и большей разобщенности нейрональных связей лобно-височных областей правого и левого полушарий ГМ при выполнении задания (рисунок 3, 4).

Показатель средней частоты в данной группе снижался, как и в других группах, при выполнении первого задания. Однако, в отличие от других групп, он возрастал при повторном прохождении теста. Данные изменения частотных характеристик ЭЭГ могут свидетельствовать об усилении функциональной активности в области зрительного анализатора при оперировании уже знакомым стимульным материалом.

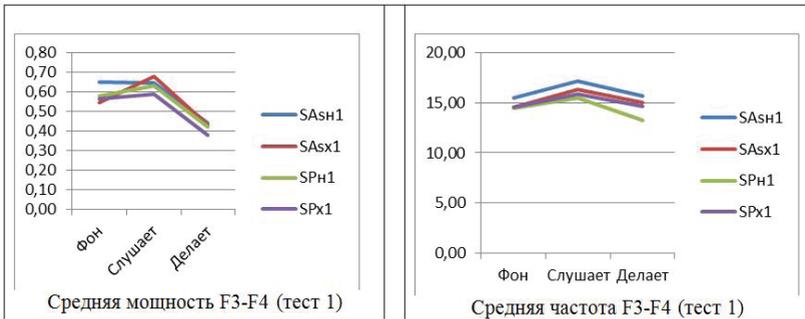


Рис. 3. Динамика показателя средней мощности и средней частоты межполушарной когерентности в группах при первичном выполнении теста

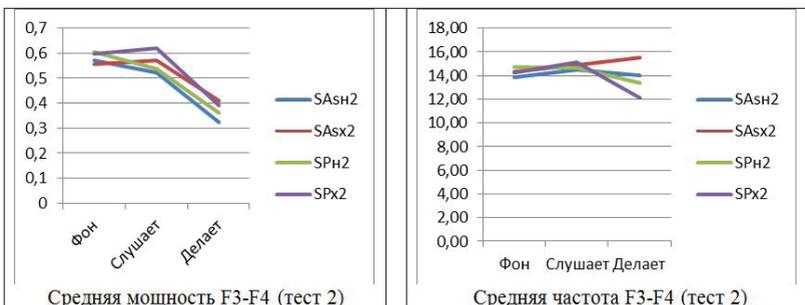


Рис. 4. Динамика показателя средней мощности и средней частоты межполушарной когерентности в группах при повторном выполнении теста

Такая тенденция была выявлена в группах при двукратном выполнении задания. При этом наблюдалось определенное возраста-

ние средней межполушарной когерентности и средней частоты при первичном прослушивании инструкций и незначительное снижение данного параметра при повторном прослушивании инструкций во всех группах за исключением группы SAsx. При прохождении задания различий в динамике ЭЭГ в группах выявлено не было (рисунок 3, 4).

Таким образом, по данным картирования ЭЭГ по параметру средней межполушарной когерентности и средней частоты выявлена тенденция к усилению синхронизации полушарий в височной области ГМ при усвоении нового материала (прослушивание инструкции при первой попытке) и некоторое ослабление межполушарных связей при повторении уже усвоенного материала. Кроме того, в группе SAsx отмечалось более выраженное, чем в других исследуемых группах, возрастание показателя средней мощности межполушарной когерентности при прослушивании инструкции и снижение данного показателя при выполнении задания, что может свидетельствовать об усилении функционального взаимодействия полушарий при усвоении материала и большей разобщенности нейрональных связей височных областей правого и левого полушарий ГМ при выполнении задания. Показатель средней частоты в данной группе снижался, как и в других группах при выполнении первого задания, но, в отличие от других групп, возрастал при повторном прохождении теста. Данные изменения частотных характеристик ЭЭГ могут свидетельствовать об усилении функциональной активности в области зрительного анализатора при оперировании уже знакомым материалом.

### **Спектральный анализ**

Спектральный анализ ЭЭГ представляет собой один из методов исследования количественных характеристик частотных диапазонов. Он анализирует индивидуальную (и типологическую) выраженность соотношения ритмических составляющих различных сигналов в сложной картине ЭЭГ [2].

Компьютерная программа позволяет определять количественные параметры спектра мощности. При этом мощность определяется как квадрат амплитуды волны, привязанный к определенному временному интервалу ( $\mu\text{KB}^2$ ). В результате речь идет о показателях максимальной, средней и полной мощности, а также о доминирующей и средней частоте, выраженных в герцах (Гц), и частотной асимметрии. В клинических исследованиях принято считать, что амплитудно-частотные характеристики ЭЭГ наиболее информативны для изучения текущего функционального состояния центральной нервной системы.

Уже при фоновой записи ЭЭГ покоя (с закрытыми глазами) были обнаружены статистически значимые различия между группами по показателю асимметрии в лобных областях ГМ и средней частоте в правой центральной области на основании дисперсионного анализа с последующим применением апостериорного критерия Дункана (соответственно 0,062; 0,062 и 0,068). При этом биоэлектрическая активность имеет максимальные значения в левой лобной области в группе SAsn и минимальные значения в группе SPn. Одновременно в правой лобной области она выражена зеркально в названных выше группах: выше в SPn, чем в SAsn. Различия по доминирующей частоте обнаружены в правой центральной (C4; H-критерий Краскела – Уоллиса;  $H=8,157$ ;  $df=3$ ;  $p=0,043$ ) и теменной (P4;  $H=8,834$ ;  $df=3$ ;  $p=0,032$ ) областях, а также в левой средневисочной (T3;  $H=6,762$ ;  $df=3$ ;  $p=0,080$ ) области. Наличие различий при регистрации уже на уровне ЭЭГ покоя с закрытыми глазами (и при работе с таблицами) между успешными и неуспешными подростками была зафиксирована в [11], что согласуется с результатами нашего исследования.

На основании попарного сравнения биоэлектрической активности ГМ у разных групп можно утверждать, что показатель асимметрии выше у SPx, чем SAsn ( $t=2,480$ ;  $p=0,025$ ) в правой (и ниже – в левой:  $t=2,480$ ;  $p=0,025$ ) переднелобной области (Fp1, Fp2). Такой же характер различий имеет место между SPn и SAsn ( $t=+2,335$ ;  $p=0,033$ ). Группа SAsn имеет более высокие показатели, чем SAsx ( $t=2,330$ ;  $p=0,032$ ) и SPn ( $U=13,0$ ;  $p=0,011$ ) в правой затылочной (O2) области.

При выполнении тестового задания значимые различия обнаружены между группами по средней частоте в правой переднелобной (критерий Дункана; 0,097) и теменной (0,081) областях ГМ, а также по показателю максимальной мощности в левой затылочной (0,088) и правой переднелобной ( $H=6,316$ ;  $df=3$ ;  $p=0,097$ ) областях. При этом средняя частота более выражена у респондентов группы SPx и минимально – SPn. Максимальная мощность в левой затылочной области выше, чем в других группах, у SAsn и ниже – SPx.

Попарное сравнение активности ритмов в разных областях ГМ позволяет констатировать следующее: во-первых, средняя частота в группе SPx превосходит аналогичный показатель респондентов SPn в правой центральной ( $t=2,420$ ;  $p=0,026$ ) и левой задневисочной (T5;  $t=2,110$ ;  $p=0,050$ ) областях; во-вторых, респонденты этой группы имеют более высокие показатели доминирующей частоты в левой переднелобной (Fp1; по сравнению с SAsn:  $U=14,0$ ;  $p=0,017$ ) и в правой лобной (F 4; по сравнению с SAsx:  $U=25,5$ ;  $p=0,020$ ) областях ГМ.

Таким образом, на основании спектрального анализа можно утверждать, что интенсивность БЭА в различных областях ГМ изначально отличается у респондентов с разным вербальным интеллектом. Группы отличаются по выраженности межполушарной асимметрии в лобных областях, а также по средней частоте в правой центральной области и доминирующей частоте в левой лобной и в правых центральной и теменной областях ГМ. Выполнение теста увеличивает различия показателей средней частоты в правой переднелобной и затылочной областях и максимальную мощность в левой затылочной и правой переднелобной областях.

### Когерентный анализ

Когерентный анализ ЭЭГ представляет собой метод математической обработки, направленный на оценку подобия (схожести) спектрального состава между двумя выбранными отведениями и, тем самым, выявляющий взаимосвязи между различными областями головного мозга. Показателем выраженности взаимосвязи, а следовательно, и синхронности функциональной активности областей головного мозга, служит коэффициент когерентности. Его значения находятся в диапазоне от 0 до 1 (от полного несоответствия до полной идентичности спектров). Показатель когерентности принято вычислять как для всего диапазона частот, так и для частоты волн, определяющих их принадлежность к альфа (8–13 Гц), бета (14–30 Гц), тета (4–8 Гц) или дельта (0–4 Гц) активности [2; 8; 9].

В нашем исследовании, в соответствии с компьютерной программой, были проанализированы показатели мощности (максимальной, средней и полной) когерентности и доминирующей и средней частот.

При фоновой записи ЭЭГ на основании дисперсионного анализа (с последующим применением апостериорного критерия Дункана) между респондентами разных групп были выявлены по средней частоте в центральной (0,050), теменной (0,092) и передневисочной (0,068) областях ГМ. В первых двух случаях средняя частота ритмов выше в группе SAsн, в третьем случае – SAsx. Попарное сравнение средних частот позволило обнаружить различия между показателями испытуемых группы SAsн и SPx ( $t=2,375$ ;  $p=0,031$ ) и SPн ( $t=2,146$ ;  $p=0,049$ ). Кроме того, у респондентов названной группы выше показатели доминирующей частоты в средневисочной области, чем в SPx ( $t=2,876$ ;  $p=0,012$ ).

Процедура выполнения теста значительно повлияла на биоэлектрическую активность в различных областях ГМ. Прежде всего, речь идет о таком параметре, как мощность когерентности в лобной области (F 3, F 4). Группы различаются по максимальной (0,058),

средней (0,053) и полной (0,051) ее мощности. Во всех трех случаях максимальные показатели имеют испытуемые с ассоциативным способом группировки вербального материала (SAsx), выполняющие задание с характерной для них инструкцией. Различия между группами по максимальной мощности когерентности также обнаружены в теменной (0,083), передневисочной (0,097) и средневисочной ( $H=6,547$ ;  $df=3$ ;  $p=0,088$ ) областях. Различие имеет место и по показателям полной мощности когерентности в центральной области ГМ (0,063).

На уровне статистической значимости выражены различия между группами по доминирующей частоте в переднелобной (0,056) и лобной ( $H=7,276$ ;  $df=3$ ;  $p=0,064$ ) областях и по средней частоте в переднелобной (0,091) и передневисочной (0,053) областях коры ГМ.

Попарное сравнение показателей разных групп обнаружило различия по следующим параметрам:

- по мощности когерентности: группа SAsx имеет более высокие значения выраженности максимальной мощности по сравнению с SPx ( $U=27,5$ ;  $p=0,030$ ) и SPн ( $U=27,0$ ;  $p=0,027$ ) в средневисочной области; средней мощности – в средневисочной (соответственно  $t=2,803$ ;  $p=0,011$  и  $t=2,126$ ;  $p=0,046$ ), а также в теменной области по сравнению с SPx ( $t=2,461$ ;  $p=0,023$ ); полной мощности когерентности в височной (по сравнению с SPx ( $t=2,744$ ;  $p=0,012$ ) и SPн ( $t=2,098$ ;  $p=0,049$ )) и теменной (по сравнению с SPx ( $t=2,483$ ;  $p=0,022$ )) областях;
- по частоте: показатели средней частоты в лобной области выше в SAsн, чем в группах SPx ( $t=2,255$ ;  $p=0,039$ ) и SPн ( $U=15,0$ ;  $p=0,049$ ), а также в центральной области ГМ (соответственно  $t=2,876$ ;  $p=0,01$  и  $U=12,5$ ;  $p=0,027$ ) по сравнению с ними; показатели средней частоты в средневисочной области ГМ респондентов SAsн выше, чем респондентов группы SPx ( $t=2,622$ ;  $p=0,019$ ); по доминирующей частоте различия обнаружены между SAsн и SPx в лобной ( $U=14,0$ ;  $p=0,040$ ) и передневисочной ( $t=2,377$ ;  $p=0,031$ ) областях.

Тем самым, когерентный анализ позволил конкретизировать наличие фоновых различий между группами по средней частоте в центральной, теменной и передневисочной областях ГМ. При выполнении теста по максимальной, средней и полной мощности когерентности в лобных областях, а также по максимальной мощности в его передне- и средневисочной и теменной областях. Кроме того, группы отличаются по показателю полной мощности в центральной области.

### Амплитудно-интервальный анализ

Под амплитудой принято понимать величину напряжения ЭЭГ волн или размах колебаний электрического потенциала на ЭЭГ, измеряемый от пика предшествующей до пика последующей волны в противоположной фазе (направлении колебательного процесса). Исходя из возможностей программного обеспечения, в ходе исследования фиксировались такие параметры амплитуды, как максимальная и средняя амплитуда, колебания в конце и начале фрагмента и их размах (разность между концом и началом указанного фрагмента) [2; 10]. При фоновой записи ЭЭГ значимые различия между группами респондентов обнаружены в начале фрагмента в правой переднелобной области (0,077), а также по показателям разности между началом и концом фрагмента в левой затылочной (0,054) и левой задневисочной ( $H=10,466$ ;  $df=3$ ;  $p=0,015$ ) областях.

Попарное сравнение параметров позволяет конкретизировать различия между экспериментальными группами. Различия обнаружены в пяти областях коры головного мозга. По средней амплитуде группа SAsH превосходит показатели SAsx ( $t=2,32$ ;  $p=0,032$ ) и SPH ( $t=2,929$ ;  $p=0,01$ ) в левой затылочной области, а SPx показатели групп SPH ( $t=2,170$ ;  $p=0,044$ ) и SAsx ( $t=2,498$ ;  $p=0,021$ ) в левой задневисочной области. Показатели разности размаха фрагментов более выражены в группе SPx, чем, во-первых, в SPH ( $U=20,5$ ;  $p=0,025$ ) и SAsH ( $U=17,5$ ;  $p=0,040$ ) в правой передневисочной области мозга; во-вторых, в SPH ( $U=21,5$ ;  $p=0,031$ ) и SAsx ( $U=26,0$ ;  $p=0,024$ ) в его правой средневисочной области. Кроме того, названный выше параметр в левой задневисочной области выше у SAsH, чем SAsx ( $U=21,5$ ;  $p=0,040$ ) и у SPx, чем SAsx ( $U=19,0$ ;  $p=0,007$ ).

При выполнении теста можно говорить о различиях между группами по амплитуде в начале и конце фрагмента в левой лобной (0,082; при максимальных показателях в группе SPH и минимальных в группе SAsx) и в левой задневисочной (0,097; при минимальной выраженности у SAsx и максимальной – у SPH), а также в конце фрагмента в правой переднелобной (0,089) и правой задневисочной (0,089) областях ГМ и по разности амплитуды в конце и начале фрагментов в задневисочной области ( $H=13,981$ ;  $df=3$ ;  $p=0,003$ ). Кроме того, различия между группами статистически значимы по показателям максимальной амплитуды в левой затылочной ( $H=6,825$ ;  $df=3$ ;  $p=0,078$ ) области.

Попарное сравнение параметров амплитуды по U-критерию Манна-Уитни позволило констатировать наличие различий по ее выраженности в начале фрагмента между SAsH и SAsx в левой переднелобной ( $U=21,0$ ;  $p=0,037$ ) и левой задневисочной ( $U=20,0$ ;

$p=0,031$ ) областях, а также по размаху фрагментов ( $U=14,5$ ;  $p=0,010$ ) в ней. Группа SP<sub>n</sub> доминирует по амплитуде в начале фрагмента в передневисочной области по сравнению с SAsx ( $U=18,0$ ;  $p=0,016$ ) и в задневисочной области, как и группа SP<sub>x</sub> по сравнению с SAsn ( $U=6,0$ ;  $p=0,003$ ).

Таким образом, при помощи амплитудно-интервального анализа обнаружены фоновые различия между группами по показателям БЭА в начале фрагмента в правой переднелобной области и размаха фрагментов в левых затылочной и задневисочной областях. При выполнении теста речь идет о различиях между группами респондентов по амплитуде одновременно в начале и конце фрагмента в левых лобной и задневисочной областях, а также в конце фрагмента в правых переднелобной и передневисочной областях коры ГМ. Различия имеют место по разности амплитуды в конце и начале фрагмента в правой задневисочной области и по максимальной амплитуде в левой затылочной области.

### **Заключение**

На основании картирования ЭЭГ по параметрам средней межполушарной когерентности и средней частоты установлен рост синхронизации полушарий головного мозга в височной области при усвоении нового материала и ослабление межполушарных связей при повторном использовании усвоенной ранее информации.

Обнаружена большая по сравнению с другими группами разобщенность нейронных связей височных областей правого и левого полушарий при выполнении задания группой респондентов с конкретным вербальным интеллектом, формирующей ассоциативные триады характерным для них способом.

Различие биоэлектрической активности областей головного мозга имеет место у испытуемых с разным уровнем (конкретным и абстрактным) вербального интеллекта уже в состоянии покоя с закрытыми глазами, что подтверждает гипотезу о психофизиологических коррелятах умственной деятельности.

Наиболее дифференцированно различия между группами испытуемых при выполнении теста выявляют результаты когерентного анализа ЭЭГ. При этом речь идет о таких параметрах, как средняя частота в переднелобных и передневисочных областях и все три вида мощности когерентности в передне- и средневисочной и в теменной областях, а также полной мощности в центральной области.

Испытуемые с конкретным вербальным интеллектом, выполняя задание с характерной для них инструкцией, имеют более высокие показатели максимальной и средней мощности в средневисочной

области, чем группы с абстрактным вербальным интеллектом вне зависимости от характера инструкции, а также средней и полной мощности в теменной области головного мозга.

### **Литература**

1. *Айзенк Г.Ю.* Интеллект: новый взгляд. Вопросы психологии. 1995. № 1. С. 111–131.
2. *Александров М.В.* Общая электроэнцефалография. СПб.: Стратегия будущего, 2017.
3. *Дружинин В.Н.* Психология общих способностей. СПб.: Питер Ком, 1999.
4. *Лобанов А.П.* Интеллект и ментальные репрезентации: образовательный подход: монография. Минск: БГПУ, 2010.
5. *Лобанов А.П., Радчикова Н.П.* Формирование ментальных репрезентаций в контексте прототипов. Вестник ТГУ. 2011. Вып. 343. С. 180–183.
6. *Лобанов А.П.* Генетический способ построения научной теории вербального интеллекта. Весті БДПУ. Сер. 1, Педагогіка. Психологія. Філологія. 2015. № 4. С. 38–42.
7. *Лобанов А.П., Орлова Д.А., Дроздова Н.В., Добрян Ю.М.* Окуломоторная активность студентов с конкретным и абстрактным вербальным интеллектом: айтрекинг в когнитивных исследованиях. Выш. шк. 2020. № 2. С. 42–46.
8. *Мельникова Т.С., Лапин И.А., Саркисян В.В.* Обзор использования когерентного анализа ЭЭГ в психиатрии. Социальная и клиническая психиатрия. 2009. № 1. С. 90–94.
9. *Мисюк Н.Н., Докукина Т.В.* Картирование ЭЭГ в клинической практике. Минск: Профессиональные издания, 2018.
10. *Неробкова Л.Н., Авакян Г.Г., Воронина Т.А., Авакян Г.Н.* Клиническая электроэнцефалография. Фармакоэлектроэнцефалография. Москва: Гэотар-Медиа, 2020.
11. *Фарбер Д.А., Киртичев В.И.* Электроэнцефалографические корреляты работоспособности у подростков. Журнал высшей нервной деятельности. 1985. Т. 35, Вып. 4. С. 649–657.
12. *Холодная М.А.* Психология интеллекта. Парадоксы исследования. 2-е изд. СПб.: Питер, 2002.
13. *Чуприкова Н.И.* Умственное развитие: принцип дифференциации. СПб.: Питер, 2007.
14. *Chernyshev V.V.* The acquisition of new word meaning by auditory-motor associations in a trial-and-error learning paradigm. Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2018. Том 15, № 2. С. 257–267.

### **Информация об авторах**

*Лобанов Александр Павлович*, доктор психологических наук, профессор кафедры возрастной и педагогической психологии Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка (УО «БГПУ»), г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: lobanov.ap@outlook.com

*Дроздова Наталья Валерьевна*, кандидат психологических наук, заведующий кафедрой проектирования образовательных систем, Республиканский институт высшей школы (ГУО «РИВШ»), г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: drozdova\_33@mail.ru

*Морозов Александр Александрович*, кандидат психологических наук, начальник цикла (профессор) кафедры идеологической работы и социальных наук, Военная Академия Республики Беларусь.

## INTELLIGENT TECHNOLOGIES IN HUMANITIES AND EDUCATION

### Verbal Intelligence and its Electrophysiological Correlates

***Alexander P. Lobanov***

Belarusian State Pedagogical University named  
after Maxim Tank, Minsk, Republic of Belarus  
e-mail: lobanov.ap@outlook.com

***Nataliya V. Drozdova***

Republican Institute of Higher Education  
Minsk, Republic of Belarus  
e-mail: drozdova\_33@mail.ru

***Alexander A. Morozov***

Military Academy of the Republic of Belarus  
Minsk, Republic of Belarus

Verbal intelligence in the paradigm of individual mental experience is the ability to analytic-synthetic mental activity, functioning in a complex-structured associative-categorical continuum of mental representations. This article presents the results of the study, the subject of which are neurophysiological correlates of mental activity, including spatial localization and intensity of bioelectric activity of the cortex of the large hemispheres. An experimental 2 x 2 scheme was implemented, where “the nature of the instruction” and “the leading method of grouping” acted as independent variables. As a result of spectral, coherent and amplitude analysis, differences in bioelectric activity of brain regions at the level of EEG resting were established and when performing test tasks between groups of respondents with specific and abstract verbal intelligence performing tasks with characteristic/uncharacteristic instruction.

**Keywords:** verbal intelligence, spectral analysis, coherent analysis, amplitude analysis.

**Funding.** The study was carried out with the financial support of State Research Programme of the Republic of Belarus (SRP) as part of the scientific project No. 20210511

**For citation:**

Lobanov A.P., Drozdova N.V., Morozov A.A. Verbal Intelligence and its Electrophysiological Correlates // Digital Humanities and Technology in Edu-

cation (DHTE 2021): Collection of Articles of the II All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. November 11–12, 2021 / V.V. Rubtsov, M.G. Sorokova, N.P. Radchikova (Eds). Moscow: Publishing house MSUPE, 2021. 326–342 p.

## References

1. Aizenk G.Yu. Intellekt: novyi vzglyad [Intelligence: A New Look]. *Voprosy psikhologii* [*The Question of Psychology*], 1995, no. 1, pp. 111–131. (in Russ.)
2. Aleksandrov M.V. Obshchaya elektroentsefalografiya [General Electroencephalography]. SPb.: Strategiya budushchego, 2017. (in Russ.)
3. Druzhinin V.N. Psikhologiya obshchikh sposobnostei [The Psychology of General Abilities]. SPb.: Piter Kom, 1999. (in Russ.)
4. Lobanov A.P. Intellekt i mental'nye reprezentatsii: obrazovatel'nyi podkhod: monografiya [Intelligence and Mental Representations: An Educational Approach]. Minsk: BGPU, 2010. (in Russ.)
5. Lobanov A.P., Radchikova N.P. Formirovanie mental'nykh reprezentatsii v kontekste prototipov [Formation of mental representations in prototype context]. *Vestnik TGU* [*Siberian Journal of Psychology*], 2011, no. 343, pp. 180–183. (In Russ.; abstr. in Engl.)
6. Lobanov A.P. Geneticheskii sposob postroeniya nauchnoi teorii verbal'nogo intellekta [Genetic way of constructing a scientific theory of verbal intelligence]. *Vesti BDPU. Ser. 1, Pedagogika. Psikhologiya. Filologiya* [*BSPU Bulletin. Ser. Pedagogics. Psychology. Philology*], 2015, no. 4, pp. 38–42. (In Russ.; abstr. in Engl.)
7. Lobanov A.P., Orlova D.A., Drozdova N.V., Dobriyan Yu.M. Okulomotor'naya aktivnost' studentov s konkretnym i abstraktnym verbal'nyim intellektom: aitreking v kognitivnykh issledovaniyakh [Oculomotor Activity of Students with Concrete and Abstract Verbal Intelligence: Eye Tracking in Cognitive Research]. *Vysheishaya shkola* [*Higher Education*] 2020, no. 2, pp. 42–46. (In Russ.; abstr. in Engl.)
8. Mel'nikova T.S., Lapin I.A., Sarkisyan V.V. Obzor ispol'zovaniya kogerentnogo analiza EEG v psikhiiatrii [Review of the Use of Coherent EEG Analysis in Psychiatry]. *Sotsial'naya i klinicheskaya psikhiiatriya* [*Social and Clinical Psychiatry*], 2009, no. 1, pp. 90–94. (In Russ.)
9. Misyuk N.N., Dokukina T.V. Kartirovanie EEG v klinicheskoi praktike [EEG Mapping in Clinical Practice]. Minsk: Professional'nye izdaniya, 2018. (In Russ.)
10. Nerobkova L.N., Avakyan G.G., Voronina T.A., Avvakyan G.N. Klinicheskaya elektroentsefalografiya. Farmakoelektroentsefalografiya [Clinical electroencephalography. Pharmacoelectroencephalography]. Moscow: Geotar-Media, 2020. (In Russ.)
11. Farber D.A., Kirpichev V.I. Elektroentsefalograficheskie korrelyaty rabotosposobnosti u podrostkov [Electroencephalographic correlates

- of performance in adolescents]. *Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti* [*I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity*], 1985, vol. 35, no. 4, pp. 649–657. (In Russ.).
12. Kholodnaya M.A. Psikhologiya intellekta. Paradoksy issledovaniya [The psychology of intelligence. Research paradoxes]. 2-e izd. SPb.: Piter, 2002. (In Russ.).
  13. Chuprikova N.I. Umstvennoe razvitie: printsip differentsiatsii [Mental development: the principle of differentiation]. SPb.: Piter, 2007. (In Russ.).
  14. Chernyshev B.V. The acquisition of new word meaning by auditory-motor associations in a trial-and-error learning paradigm. *Psikhologiya. Zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki* [Psychology. Journal of the Higher School of Economics], 2018, vol. 15, no. 2, pp. 257–267.

***Information about the authors***

*Alexander P. Lobanov*, Doctor in Psychology, Professor, Department of Developmental and Educational Psychology, Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: lobanov.ap@outlook.com

*Nataliya V. Drozdova*, PhD in Psychology, Associate professor, Head of Department, Department educational systems design, Republican Institute of Higher Education, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: drozdova\_33@mail.ru

*Alexander A. Morozov*, PhD in Psychology, Head of the cycle (professor) of the department of ideological work and social sciences, Military Academy of the Republic of Belarus.