

УДК 612.821

DOI 10.34014/2227-1848-2020-2-100-111

## ВЛИЯНИЕ ТРЕВОЖНОСТИ, СВЯЗАННОЙ С ЭКЗАМЕНАЦИОННЫМ СТРЕССОМ, НА СМЕЩЕНИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО ВНИМАНИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ФРОНТАЛЬНЫХ ЗОН МОЗГА

А.П. Астащенко, Н.П. Горбатенко, Е.В. Дорохов, С.И. Варварова, П.В. Зяблова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, г. Воронеж, Россия

*Показано, что система внимания тревожных людей может быть высоко чувствительна к стимулам окружающей среды, связанным с угрозой и привлекающим внимание в первую очередь, что способствует смещению внимания.*

*Цель исследования – изучение взаимосвязи между сенсомоторными характеристиками зрительного внимания и особенностями биоэлектрической активности мозга в состоянии тревожности, связанной с экзаменационным стрессом, у здоровых молодых людей.*

*Материалы и методы. Исследовали особенности спектральной мощности альфа-диапазона ЭЭГ во фронтальных отведениях мозга и сенсомоторных реакций при выполнении заданий на зрительное внимание к эмоциональной (угрожающей) информации у 39 здоровых молодых людей (обучающихся вуза). Экспериментальная серия включала 2 этапа: психометрическое исследование (оценка уровней тревожности, депрессии и склонности к агрессии) и регистрацию ЭЭГ фоновой активности с открытыми, закрытыми глазами и при выполнении заданий на зрительное внимание к эмоциональным стимулам.*

*Результаты. По результатам выполнения когнитивных заданий участники исследования были разделены на 3 группы: «со смещением зрительного внимания к угрожающей информации», «со смещением зрительного внимания от угрожающей информации» и «с отсутствием смещения внимания».*

*По данным психометрических исследований испытуемые характеризовались уровнями тревожности, превышающими норму (тест HADS). Участники группы «со смещением зрительного внимания к угрожающей информации» имели такие выраженные характеристики агрессии, как враждебность и гнев (тест BPAQ).*

*Выводы. В состоянии тревожности, связанной с экзаменационным стрессом, зрительное внимание обучающихся может сопровождаться смещением внимания к/от негативно окрашенной эмоциональной информации. Для молодых людей с высоким уровнем тревожности и смещением внимания к угрожающей информации предположительно характерно наличие высокого уровня враждебности. Трудности с отвлечением внимания от эмоциональной (угрожающей) информации, вероятно, связаны со сравнительно более высоким уровнем активации фронтальных зон мозга справа.*

**Ключевые слова:** тревожность, эмоциональная информация, фронтальные зоны мозга, активность  $\alpha$ -диапазона ЭЭГ, смещение внимания.

**Введение.** Эмоция тревоги – одно из наиболее частых переживаний людей в критических ситуациях, она может выполнять различные функции, как адаптивные, так и дезорганизующие психическую деятельность. В соответствии с современными представлениями состояние тревоги – явление не только эмоциональное, оно включает в себя также когнитивные и мотивационные составляющие, формирующие те или иные модели поведения. В научной литературе можно встретить понятие «когнитивная модель тревоги», в которую

входят, помимо эмоциональных переживаний, определенные когнитивные установки, ожидания, представления о мире [1]. Тревожность, связанную с экзаменационным стрессом, можно охарактеризовать как эмоциональное переживание, связанное с выполнением когнитивных задач. Неудача на экзамене – это один из распространённых страхов молодых людей в процессе обучения, который способен как снижать, так и повышать эффективность выполнения задачи. Функциональная активность префронтальной коры вносит

наибольший вклад в реализацию таких эмоциональных переживаний и механизмов контроля внимания [2]. Показано, что система внимания тревожных людей может быть высоко чувствительна к стимулам окружающей среды, связанным с угрозой и привлекающим внимание в первую очередь, что способствует смещению внимания [3–6]. Однако существуют исследования, где отмечено смещение внимания в обратном направлении – от угрожающей информации [6].

Для изучения физиологических механизмов, лежащих в основе смещения внимания, применяются различные методы: оценка и сопоставление среднего времени реакций на точки после эмоциональных и нейтральных изображений в пробе с точкой; анализ данных ЭЭГ и вызванных потенциалов. Фронтальная биоэлектрическая асимметричная активность мозга рассматривается в качестве биологического маркера регуляции эмоциональных процессов, где ведущую роль играет биоэлектрическая активность в частотном диапазоне  $\alpha$ -ритма электроэнцефалограммы (ЭЭГ, 8–13 Гц) [7, 8]. В реализации данных процессов основное внимание уделяется большому количеству связей между миндалиной и префронтальной корой мозга. Высокая биоэлектрическая активность левой префронтальной коры сопровождается ингибированием активности миндалевидного тела и, напротив, правой префронтальной коры – ослаблением воздействия на него [9]. Переживанию эмоции тревоги часто сопутствует проявление враждебного поведения. Анализ литературы показывает, что агрессивное поведение чаще всего рассматривается исследователями как одна из форм реагирования человека на различные неблагоприятные в физическом и психическом отношении жизненные ситуации, вызывающие стресс, фрустрацию и другие подобные состояния [10]. В связи с этим целесообразно также учитывать и особенности агрессивности у испытуемых. Мы полагаем, что применение трех последовательных задач на смещение внимания позволит выявить лиц со значительными трудностями отвлечения от эмоционально негативной (угрожающей) информации в условиях влияния тревожности, связанной с экзаменационным стрессом; у данных

испытуемых будет наблюдаться менее эффективное выполнение задач, связанных с контролем зрительного внимания, обусловленное сложностями в переключении внимания, что отразится на особенностях биоэлектрической активности фронтальных зон мозга.

**Цель исследования.** Изучение взаимосвязи между сенсомоторными характеристиками зрительного внимания и особенностями биоэлектрической активности мозга в состоянии тревожности, связанной с экзаменационным стрессом, у здоровых молодых людей.

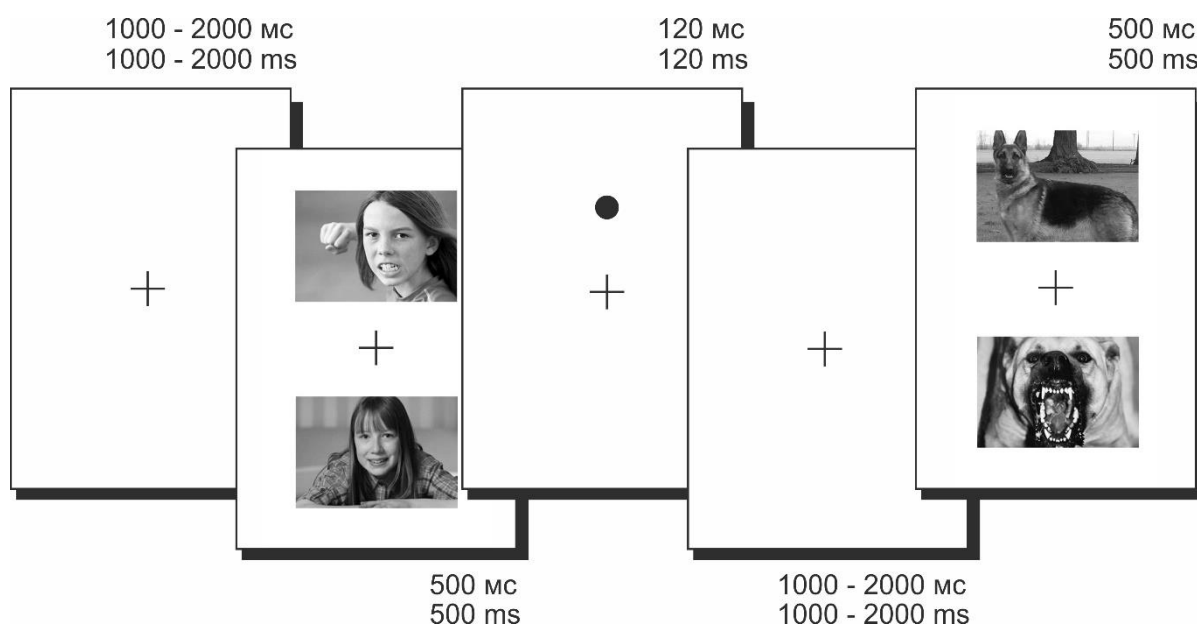
**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 39 студентов (возраст  $20 \pm 1$  год) с правой ведущей рукой, с нормальным зрением или скорректированным до нормального в период экзаменационной сессии. Исследование выполнено неинвазивными методами с письменного информированного согласия его участников в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации.

Экспериментальная серия состояла из двух этапов: 1) психометрическое исследование (оценка уровней тревожности, депрессии и склонности к агрессии); 2) регистрация ЭЭГ фоновой активности с открытыми, закрытыми глазами и при выполнении когнитивных заданий на смещение внимания к эмоциональным зрительным стимулам. Психометрическое исследование проводилось с использованием тестов самоотчетов испытуемых: госпитальной шкалы тревоги и депрессии (HADS), опросника ВРАQ для диагностики склонности к агрессии, адаптированного С.Н. Ениколоповым, Н.П. Цибульским. Когнитивное задание представляло собой три последовательные задачи: 1) проба на смещение внимания – dot-probe test [5, 11, 12], 2) проба на определение времени появления эмоционального стимула и 3) проба на определение времени появления нейтрального стимула – temporal-order judgment (TOJ) tasks [13].

Пример дизайна зрительных заданий представлен на рис. 1. В задаче dot-probe test два стимула (зрительные сцены) одновременно отображаются с двух сторон экрана (сверху и снизу). Одна сцена имеет эмоциональную ценность, другая является нейтральной. Предъявление этих двух стимулов в последующем (через 100 мс) сопровождается задачей, которая включает в себя сенсомотор-

ную реакцию на точку (стимул, требующий моторного ответа испытуемого), появляющуюся в том месте экрана, где был эмоциональный стимул. Под нейтральным содержанием понимается изображение предметов быта или фотографии людей с нейтральным выражением лица; под эмоциональным (угрожающим) – изображение сцен нападения, избивания, угроз оружием, агрессивные выражения лиц. Если внимание привлечено эмоциональным раздражителем и испытуемый имеет сложности в переключении внимания от этой информации, то оно автоматически будет направлено в одну сторону экрана, в этом случае время реакции для обнаружения точки на данном месте будет меньше, чем время реак-

ции для обнаружения точки в противоположной части экрана. В данном исследовании анализировалось среднее время реакций на точки как после эмоциональных (конгруэнтный стимул), так и после нейтральных изображений (инконгруэнтный стимул). Эффективность выполнения задач на внимание оценивалась путем сравнения времени сенсомоторных реакций на конгруэнтный и инконгруэнтный стимулы. Если время значительно различалось, то предполагалось, что один из стимулов – зрительных сцен провоцировал длительное смещение внимания. Для проверки данного предположения испытуемым предлагалось выполнить два задания на определение времени появления стимула (ТОЖ).



*Рис. 1.* Пример дизайна зрительных задач

*Fig. 1.* Example of a visual task design

В задаче ТОЖ один из двух предъявляемых стимулов появлялся быстрее на 10, 20, ..., 100 мс, чем второй. Испытуемому нужно было нажать на кнопку в том в случае, если он полагал, что одно из изображений появилось на экране раньше, чем второе. Оценка времени появления стимула – это один из способов оценки внимания исходя из предположения, что внимание может быть выборочно

направлено на определенные стимулы в соответствии с их значимостью для человека и, следовательно, актуальные стимулы обрабатываются быстрее, чем неактуальные. Отсутствие разницы во времени опознания изображений, как актуальных, так и неактуальных, позволяет заключить, что стимулы обеих категорий получают равное внимание от испытуемых.

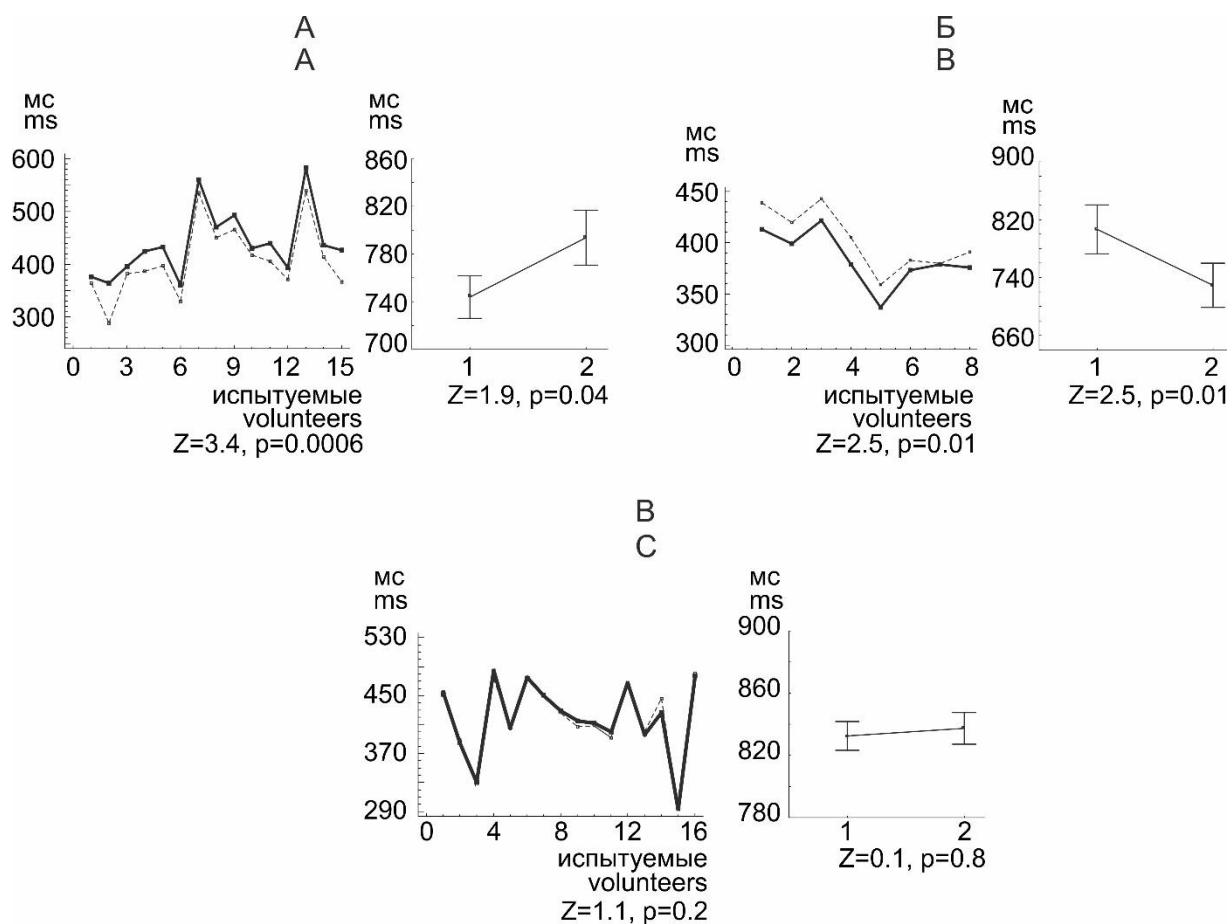
Во время исследования испытуемые находились в специально оборудованном помещении на расстоянии 70 см от экрана монитора компьютера и фиксировали взор на крестике в центре экрана монитора. Угловое расстояние изображений составляло около  $13 \times 5$  уг. Градуса; разрешение экрана монитора –  $1280 \times 1024$ ; время демонстрации эмоциональных и нейтральных стимулов – 500 мс; межстимульный интервал – 1000–2000 мс; время демонстрации точечного стимула – 120 мс; временной интервал до появления точки – 100 мс.

Регистрация ЭЭГ осуществлялась на аппаратно-программном комплексе «Медиком-МТД». Electroды располагались в соответствии с международной системой «10–20» (монтаж монополярный, в качестве референтного электрода использовался объединенный ушной). Артефакты, возникающие при движении глаз, дифференцировались по характерной форме и пространственному положению, исключались из анализируемой записи. Обработка данных заключалась в построении спектров мощности с использованием быстрого преобразования Фурье. Вычислялось среднее арифметическое значение спектральной мощности ритмов ЭЭГ в диапазоне 0,5–35 Гц с частотой дискретизации 250 Гц и эпохой анализа 60 с по каждой группе (данные представлены как  $M \pm m$ , где  $M$  – среднее арифметическое,  $m$  – ошибка среднего арифметического). Анализировались значения спектральных мощностей ритма  $\alpha$ -диапазона во фронтальных отведениях. Статистическая обработка данных производилась в программном пакете Statistica 12. Для оценки достоверности различий использовался непараметрический  $W$ -критерий Вилкоксона.

**Результаты и обсуждение.** По полученным значениям среднего времени сенсомоторных реакций в пробе с точкой и пробах на определение времени появления стимула испытуемые были разделены на три группы (рис. 2): 1-я группа ( $n=15$ ) – с достоверно более быстрой реакцией на точки после предъявления эмоциональной (угрожающей) зрительной информации ( $407 \pm 68$  мс) по сравнению с реакцией на точки после нейтральной информации ( $434 \pm 64$  мс,  $Z=3,4$ ,  $p=0,0006$ ) и достоверно меньшим средним временем реак-

ций в пробе на определение времени появления угрожающих стимулов ( $743 \pm 138$  мс) по сравнению со средним временем реакций в пробе на определение времени появления нейтральных стимулов ( $793 \pm 178$  мс,  $Z=1,9$ ,  $p=0,04$ ); 2-я группа ( $n=8$ ) – с достоверно более быстрой реакцией на точки после предъявления нейтральной зрительной информации ( $384 \pm 26$  мс) по сравнению с реакцией на точки после угрожающей информации ( $402 \pm 29$  мс,  $Z=2,5$ ,  $p=0,01$ ) и достоверно меньшим средним временем реакций в пробе на определение времени появления нейтральных стимулов ( $718 \pm 171$  мс) по сравнению со средним временем реакций в пробе на определение времени появления угрожающих стимулов ( $817 \pm 187$  мс,  $Z=2,5$ ,  $p=0,01$ ); 3-я группа ( $n=16$ ), в которой у испытуемых среднее время реакций на точки после предъявления как угрожающей, так и нейтральной информации достоверно не различалось ( $417 \pm 54$  и  $421 \pm 55$  мс,  $Z=1,1$ ,  $p=0,2$ ) и не наблюдалось различий во времени реакций в пробе ТОJ на угрожающие и нейтральные стимулы ( $832 \pm 184$  и  $837 \pm 203$  мс,  $Z=0,1$ ,  $p=0,8$ ).

Результаты психометрического исследования были следующими. В 1-й группе «с быстрой реакцией на третирующую зрительную информацию» 53 % участников характеризовались субклиническим и клиническим уровнем тревожности (HADS), 55 % из них – субклиническим и клиническим уровнем враждебности (BPAQ); во 2-й группе «с более быстрой реакцией на нейтральную зрительную информацию» 62 % участников имели субклинический и клинический уровень тревожности (HADS), 11 % из них – субклинический уровень враждебности (BPAQ); в 3-й группе «со сходным временем реакции на тревожную и нейтральную зрительную информацию» 50 % участников характеризовались субклиническим и клиническим уровнем тревожности (HADS), 12 % из них – субклиническим уровнем враждебности (BPAQ). Проведенный корреляционный анализ позволил заключить, что между составляющими агрессивности человека, такими как гнев и враждебность, и принадлежностью к группе в соответствии с особенностями смещения внимания существует связь ( $r=-0,5$ ,  $p=0,0003$ ;  $r=-0,6$ ,  $p=0,0001$ ).



**Рис. 2.** Различия среднего времени реакций при выполнении трех когнитивных заданий для трех экспериментальных групп:

А – для 1-й группы «с более быстрой реакцией на угрожающую зрительную информацию»;

Б – для 2-й группы «с более быстрой реакцией на нейтральную зрительную информацию»;

В – для 3-й группы «со сходным временем реакции на тревожную и нейтральную зрительную информацию».

Графики слева – для задачи dot-probe test, графики справа – для задач temporal-order judgment (TOJ):

1 – TOJ на появление угрожающего стимула, 2 – TOJ на появление нейтрального стимула.

Серая сплошная линия – индивидуальные значения времени реакций на точки после появления третирующей зрительных стимулов; пунктирная линия – индивидуальные значения времени реакций на точки после появления нейтральных зрительных стимулов

**Fig. 2.** Differences in the reaction time median when performing three cognitive tasks

for three experimental groups: A – for the 1<sup>st</sup> group with a faster reaction to threatening visual information;

B – for the 2<sup>nd</sup> group with a faster reaction to neutral visual information;

C – for the 3<sup>rd</sup> group with a similar reaction time to stressful and neutral visual information.

The left graphs are for the dot-probe test task, the right graphs are for the temporal-order judgment (TOJ) tasks:

1 – TOJ for the threatening stimulus, 2 – TOJ for the neutral stimulus.

The gray full line graph is the individual reaction time to the points after tertiary visual stimuli; dashed line is the individual reaction time to dots after neutral visual stimuli

Данные средних групповых значений спектральных мощностей ритма  $\alpha$ -диапазона в различных состояниях у испытуемых представлены в табл. 1 и на рис. 3.

В группе 1 «с быстрой реакцией на третирующую зрительную информацию» средние значения спектральных мощностей ритма  $\alpha$ -диапазона различались в отведениях:

F4 ( $13,9 \pm 3,4$  мкВ<sup>2</sup>/Гц), F8 ( $9,2 \pm 2,1$  мкВ<sup>2</sup>/Гц) и F3 ( $22,3 \pm 6,6$  мкВ<sup>2</sup>/Гц), F7 ( $16,4 \pm 5,5$  мкВ<sup>2</sup>/Гц) слева и справа,  $Z=2,7$ ,  $p=0,005$  и  $Z=2,2$ ,  $p=0,02$  при записи ЭЭГ в состоянии покоя с открытыми глазами; F4 ( $65,2 \pm 12,9$  мкВ<sup>2</sup>/Гц), F8 ( $41,9 \pm 10,1$  мкВ<sup>2</sup>/Гц) и F3 ( $109,9 \pm 32,8$  мкВ<sup>2</sup>/Гц), F7 ( $79,5 \pm 28,4$  мкВ<sup>2</sup>/Гц),  $Z=2,9$ ,  $p=0,003$  и  $Z=2,9$ ,  $p=0,02$  при записи ЭЭГ в состоянии покоя с закрытыми глазами; F4 ( $10,3 \pm 1,2$  мкВ<sup>2</sup>/Гц), F8 ( $6,6 \pm 1,1$  мкВ<sup>2</sup>/Гц) и F3 ( $14,8 \pm 2,2$  мкВ<sup>2</sup>/Гц), F7 ( $11,3 \pm 2,5$  мкВ<sup>2</sup>/Гц),  $Z=2,7$ ,  $p=0,005$  и  $Z=3,2$ ,  $p=0,0009$  при записи ЭЭГ во время выполнения задания «Оценка времени появления

нейтрального стимула»; F4 ( $12,6 \pm 1,4$  мкВ<sup>2</sup>/Гц), F8 ( $7,9 \pm 1,3$  мкВ<sup>2</sup>/Гц) и F3 ( $20,1 \pm 4,7$  мкВ<sup>2</sup>/Гц), F7 ( $16,4 \pm 4,3$  мкВ<sup>2</sup>/Гц),  $Z=2,9$ ,  $p=0,003$  и  $Z=2,9$ ,  $p=0,002$  при записи ЭЭГ во время выполнения задания «Оценка времени появления угрожающего стимула». Таким образом, у испытуемых 1-й группы средние значения спектральных мощностей ритма  $\alpha$ -диапазона преобладали в левых фронтальных зонах мозга по сравнению с правыми.

У испытуемых 2-й и 3-й групп различий спектральных мощностей ритма  $\alpha$ -диапазона во фронтальных отведениях не наблюдалось.

Таблица 1

Table 1

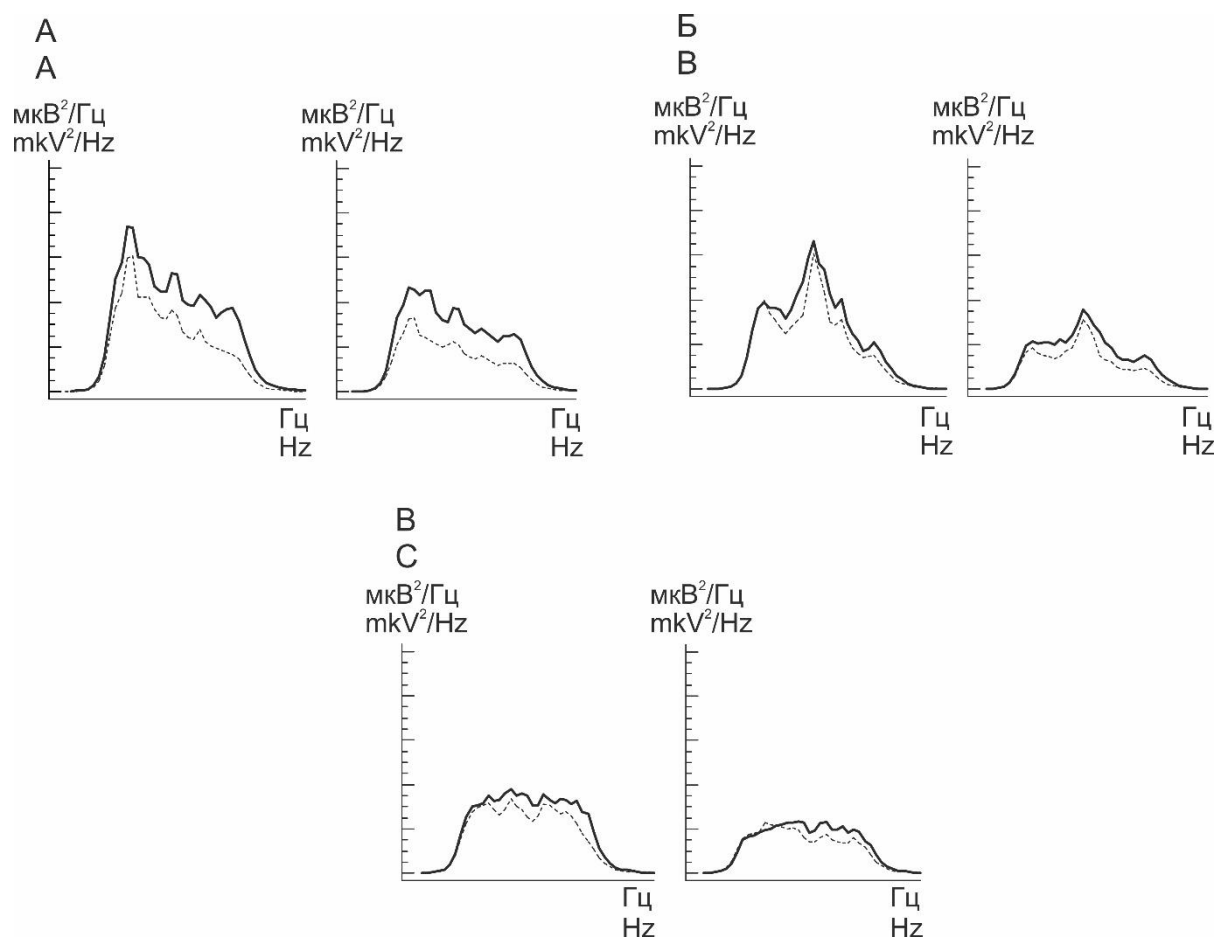
**Значения спектральных мощностей ритма  $\alpha$ -диапазона в отведениях F4, F8 и F3, F7, мкВ<sup>2</sup>/Гц**

**Values of the rhythm power spectrum in  $\alpha$ -range in F4, F8 and F3, F7, мкВ<sup>2</sup>/Hz**

Задания Task		Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2	Группа 3 Group 3
Фон, глаза открыты Background activity, eyes are open	F4 F8	13,9±3,4 9,2±2,1	17,1±4,1 8,8±2,1	11,4±2,2 9,3±1,3
	F3 F7	22,3±6,6* 16,4±5,5*	19,3±5,1 9,8±2,5	14,1±2,8 11,3±1,9
Фон, глаза закрыты Background activity, eyes are closed	F4 F8	65,2±12,9 41,9±10,1	42,4±16,2 28,2±9,3	76,4±21,4 50,6±13,8
	F3 F7	109,9±32,8* 79,5±28,4*	46,5±15,2 31,1±10,1	81,3±20,4 56,9±14,2
Задание 1 «Проба с точкой» Task 1. Dot probe	F4 F8	11,7±1,4 11,5±5,3	13,1±3,8 8,3±1,4	13,2±1,6 9,2±1,1
	F3 F7	14,1±1,9 8,9±1,7	14,8±3,5 10,2±1,7	15,2±2,4 10,1±1,6
Задание 2 «Оценка времени появления нейтрального стимула» Task 2. Neutral stimulus estimation time	F4 F8	10,3±1,2 6,6±1,1	9,1±2,1 5,9±1,5	13,9±2,6 8,4±1,5
	F3 F7	14,8±2,2* 11,3±2,5*	11,1±2,3 7,6±1,6	16,4±3,2 10,3±1,8
Задание 3 «Оценка времени появления угрожающего стимула» Task 3. Threatening stimulus estimation time	F4 F8	12,6±1,4 7,9±1,3	12,1±3,8 7,3±2,8	15,2±2,3 9,2±1,5
	F3 F7	20,1±4,7* 16,4±4,3*	14,1±3,3 9,4±2,6	17,1±2,6 10,4±1,6

**Примечание.** \* – значимые отличия средней мощности ритма  $\alpha$ -диапазона слева по сравнению с мощностью справа ( $p \leq 0,05$ ).

**Note.** \* – significant differences in the average rhythm power of the  $\alpha$ -range on the left compared with the power on the right ( $p \leq 0,05$ ).



**Рис. 3.** Различия средних групповых значений спектральных мощностей ритма  $\alpha$ -диапазона (8–13 Гц) в состоянии покоя с открытыми глазами во фронтальных отведениях слева (черная линия) и справа (пунктирная линия):

A – для 1-й группы «с более быстрой реакцией на угрожающую зрительную информацию» в отведениях F3, F4 (график слева,  $Z=2,7$ ,  $p=0,005$ ), F7, F8 (график справа,  $Z=2,2$ ,  $p=0,02$ );

B – для 2-й группы «с более быстрой реакцией на нейтральную зрительную информацию» в отведениях F3, F4 (график слева), F7, F8 (график справа);

C – для 3-й группы «со сходным временем реакции на тревожную и нейтральную зрительную информацию» в отведениях F3, F4 (график слева), F7, F8 (график справа)

**Fig. 3.** Differences in the mean group values of the rhythm spectral power of the  $\alpha$ -range (8–13 Hz) at rest with open eyes in the frontal zones on the left (black line) and on the right (dashed line):

A – for the 1<sup>st</sup> group with a faster response to threatening visual information in F3, F4 (left graph,  $Z=2.7$ ,  $p=0.005$ ), F7, F8 (right graph,  $Z=2.2$ ,  $p=0.02$ );

B – for the 2<sup>nd</sup> group with a faster reaction to neutral visual information in F3, F4 (left graph), F7, F8 (right graph);

C – for the 3<sup>rd</sup> group with similar reaction time to stressful and neutral visual information F3, F4 (left graph), F7, F8 (right graph)

Таким образом, в соответствии с данными среднего времени сенсомоторных реакций в пробе с точкой и пробах на определение времени появления стимула испытуемых можно разделить на три группы: «со смещением зрительного внимания на негативную эмоцио-

нальную (угрожающую) информацию», «со смещением зрительного внимания от угрожающей информации» и «с отсутствием достоверного смещения внимания».

Исследование связи тревожности с особенностями реализации процессов зритель-

ного внимания (смещение внимания) проводилось в период экзаменационной сессии, поэтому вполне объяснимы результаты самоотчетов испытуемых в психометрических тестах, которые у большинства участников характеризовались уровнем тревожности, превышающим значения нормы. Опросы современных обучающихся показывают, что предстоящие экзамены или выполнение когнитивных задач являются основными источниками стресса для молодых людей, оказывающими неблагоприятное воздействие на физическое и психоэмоциональное здоровье [14, 15].

В группе «со смещением зрительного внимания на угрожающую информацию» более чем у половины испытуемых отмечался высокий уровень враждебности. Согласно литературным данным, агрессивные молодые люди систематически демонстрируют избирательную чувствительность к враждебным сигналам – направляют свое внимание на враждебные социальные сигналы и с трудом переключают его [16, 17]. Данная психологическая особенность участников 1-й группы может являться подтверждением связи между высоким уровнем тревоги и некоторыми характеристиками агрессии у человека [16]. Проведенный регрессионный анализ позволил выявить связь между такими составляющими агрессивности человека, как «гнев» / «враждебность», и принадлежностью к группе согласно особенностям смещения внимания. У большинства участников 1-й группы «гнев» и «враждебность» превышали нормальные значения.

Смещение внимания – это тенденция направлять свое внимание на определенный вид информации раньше, чем на другие виды [18]. Теория Айзенка Attentional Control описывает эффект влияния тревоги, связанной с предстоящим выполнением когнитивных задач, на смещение зрительного внимания [19]. В соответствии с этой теорией система внимания работает оптимально, когда существует баланс между системами восходящего (bottom-up) и нисходящего контроля внимания (top-down). Тревожность способна нарушать этот баланс и снижать возможность переключения между задачами, связанными с вниманием, в результате сильного влияния восходящего контроля,

что в последующем отражается на снижении производительности при выполнении когнитивных задач. Можно предположить, что способность сохранять баланс между системами контроля внимания является адаптивной характеристикой работы мозга человека в условиях влияния тревожности, что демонстрируют результаты сенсомоторных реакций у испытуемых 3-й группы «с отсутствием смещения внимания».

Биоэлектрическая активность мозга у испытуемых трех групп значительно различалась еще до начала выполнения когнитивных задач. Участники из 1-й группы «со смещением зрительного внимания на угрожающую информацию» характеризовались асимметричной активацией коры во фронтальных отведениях. В работах D. Moscovitch et al. показано, что низкие значения спектральной мощности в  $\alpha$ -диапазоне ЭЭГ связаны с более высокой степенью активности коры головного мозга [20]. У испытуемых 1-й группы значения спектральных мощностей ритма  $\alpha$ -диапазона слева превышали значения справа как в фоновой записи ЭЭГ, так и при выполнении заданий на смещение внимания, что позволяет предположить наличие выраженной активности правых фронтальных зон коры мозга у данных испытуемых. Показано, что люди с интенсивной правосторонней фронтальной активацией коры демонстрируют снижение способности регулировать эмоциональные реакции и смещение внимания к стимулам с негативным содержанием. Эта активность наблюдается у людей с депрессивными и тревожными расстройствами, а также у социально замкнутых людей [21–23]. Фронтальная асимметрия ЭЭГ-ритма в диапазоне  $\alpha$ -частот (8–13 Гц) является одним из перспективных биомаркеров проявления психоэмоционального стресса [20, 24].

#### **Выводы:**

1. В состоянии тревожности, связанной с экзаменационным стрессом, зрительное внимание обучающихся может характеризоваться смещением к/от негативно окрашенной эмоциональной информации.

2. Для молодых людей с высоким уровнем тревожности и смещением внимания к



угрожающей информации предположительно характерно наличие высокого уровня враждебности.

3. Испытуемые со смещением зрительного внимания к угрожающей информации имеют выраженную асимметричную актива-

цию коры во фронтальных отведениях. Таким образом, трудности с отвлечением внимания от эмоциональной (угрожающей) информации (смещение внимания), вероятно, связаны со сравнительно более высоким уровнем активации фронтальных зон мозга справа.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Литература

1. Соловьева С.Л. Тревога и тревожность: теория и практика. Медицинская психология в России: электронный научный журнал. 2012; 1 (17). URL: [http://medpsy.ru/mpmj/archiv\\_global/2012\\_6\\_17/pomer/pomer14.php](http://medpsy.ru/mpmj/archiv_global/2012_6_17/pomer/pomer14.php) (дата обращения: 30.05.2016).
2. Nordkamp Anne. Theta/beta ratio and attentional control: An exploratory study. 2016. URL: <https://open-access.leidenuniv.nl/handle/1887/37840> (дата обращения: 10.01.2020).
3. Barry T.J., Vervliet B., Hermans D. An integrative review of attention biases and their contribution to treatment for anxiety disorders. *Frontiers in Psychology*. 2015; 6: 968.
4. Переверзева И.А. К проблеме мозговой организации эмоциональных процессов в аспекте функциональной асимметрии полушарий головного мозга у человека. *Вопросы психологии*. 1980; 2: 65–73.
5. Heathcote L.C., Vervoort T., Eccleston C., Fox E., Jacobs K., Van Ryckeghem D.M., Lau J.Y. The relationship between adolescents' pain catastrophizing and attention bias to pain faces is moderated by attention control. *Pain*. 2015; 156: 1334–1341.
6. Morales S., Perez-Edgar K.E., Buss K.A. Attention biases towards and away from threat mark the relation between early dysregulated fear and the later emergence of social withdrawal. *Abnorm. child. psychol.* 2015; 43 (6): 1067–1078.
7. Pérez-Edgar K., Kujawa A., Nelson S.K., Cole C., Zapp D.J. The relation between electroencephalogram asymmetry and attention biases to threat at baseline and under stress. *Brain Cogn.* 2013; 82 (3): 337–343.
8. Adolph D., Von Glischinski M., Wannemuller A., Margraf J. The influence of frontal alpha-asymmetry on the processing of approach – and withdrawal-related stimuli. A multichannel psychophysiology study. *Psychophysiology*. 2017: 1–16.
9. Davidson. R.J. Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion. *Brain and Cognition*. 1992; 20 (1): 125–151.
10. Ениколопов С.Н. Актуальные проблемы исследования агрессивного поведения. *Прикладная юридическая психология*. 2010; 2: 37–47.
11. Tottenham N., Tanaka J., Leon A.C., Mc Carry T., Nurse M., Hare T.A. The NimStim set of facial expressions: Judgments from untrained research participants. *Psychiatry Research*. 2009; 168: 242–249.
12. Macleod C., Mathews A.M., Tata P. Attentional bias in emotional disorders. *Journal of abnormal psychology*. 1986; 95: 15–20.
13. Shore D.I., Spence C., Klein R.M. Visual prior entry. *Psychological Science*. 2001; 12: 205–212.
14. Conley K.M., Lehman B.J. Test anxiety and cardiovascular responses to daily academic stressors. *Stress and Health*. 2012; 28 (1): 41–50.
15. Александров А.Г., Лукьянёнков П.И. Изменение уровней тревожности студентов в условиях учебной деятельности. *Научное обозрение. Медицинские науки*. 2016; 6: 5–14.
16. Ениколопов С.Н. Враждебность в клинической и криминальной психологии. *Национальный психологический журнал*. 2007; 1 (2): 33–39.
17. Павлова Т.С., Холмогорова А.Б. Психологические факторы социальной тревожности в студенческом возрасте. *Консультативная психология и психотерапия*. 2011; 1: 29–43.
18. Mathews A., Ridgeway V., Williamson D.A. Evidence for attention to threatening stimuli in depression. *Behavior research and therapy*. 1996; 34 (9): 695–705.
19. Eysenck M.W., Derakshan N., Santos R., Calvo M.G. Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*. 2007; 7: 336–353.

20. David A. Moscovitch, Diane L. Santessob, Vladimir Miskovicc, Randi E. McCabed, Martin M. Antonye, Louis A. Schmidtb. Frontal EEG asymmetry and symptom response to cognitive behavioral therapy in patients with social anxiety disorder. *Biological Psychology*. 2011; 87 (3): 379–385.
21. Palmiero M., Piccardi L. Frontal EEG Asymmetry of Mood. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2017; 11: 1–8.
22. Cole C., Zappi D.J., Nelson S.K., Pérez-Edgar K. Speech presentation cues moderate frontal EEG asymmetry in socially withdrawn young adults. *Brain Cogn.* 2012; 78 (2): 156–162.
23. Blackhart G.C, Minnix J.A., Kline J.P. Can EEG asymmetry patterns predict future development of anxiety and depression? A preliminary study. *Biological Psychology*. 2000; 72: 46–50.
24. Астащенко А.П., Давыдова Е.В., Богданова В.А., Дорохов Е.В. Участие фронтальных отделов мозга при смещении внимания к эмоциональным выражениям лица человека. *Вестник психофизиологии*. 2018; 1: 31–37.

Поступила в редакцию 12.02.2020; принята 09.04.2020.

#### Авторский коллектив

**Астащенко Анжела Павловна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко. 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10; e-mail: cerceal@ Rambler.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6416-6454>.

**Горбатенко Наталья Павловна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко. 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10; e-mail: \_natalya\_g@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6529-2206>.

**Дорохов Евгений Владимирович** – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко. 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10; e-mail: dorofov@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2096-411X>.

**Варварова София Игоревна** – студентка 3 курса лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко. 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10; e-mail: varvarova\_76@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6427-6717>.

**Зяблова Полина Владимировна** – студентка 3 курса лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко. 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10; e-mail: zablovapolina@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1229-7572>.

#### Образец цитирования

Астащенко А.П., Горбатенко Н.П., Дорохов Е.В., Варварова С.И., Зяблова П.В. Влияние тревожности, связанной с экзаменационным стрессом, на смещение зрительного внимания и электрическую активность фронтальных зон мозга. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2020; 2: 100–111. DOI: 10.34014/2227-1848-2020-2-100-111.

## INFLUENCE OF ANXIETY RELATED TO EXAMINATION STRESS ON VISUAL ATTENTION SHIFTS AND ELECTRIC ACTIVITY OF BRAIN FRONT ZONES

A.P. Astashchenko, N.P. Gorbatenko, E.V. Dorokhov, S.I. Varvarova, P.V. Zyablova

Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

*The attention of anxious people can be highly sensitive to environmental stimuli associated with threat. Such stimuli attract principle attention, thereby contributing to its shift.*

*The purpose of the paper was to study the relationship between the sensorimotor characteristics of visual attention and bioelectrical brain activity in healthy young people under anxiety associated with examination stress.*

*Materials and Methods.* The authors examined 39 healthy young people (university students) when performing tasks for visual attention to emotional (threatening) information. The characteristics of alpha activity spectral power in the frontal brain lobes and sensorimotor reactions were studied. The experimental series included 2 stages: a psychometric study (assessment of anxiety levels, depression and inclination to aggression) and EEG recording of background activity with open/closed eyes when performing visual attention tasks on emotional stimuli.

*Results.* According to the results of cognitive tasks, the trial subjects were divided into 3 groups: with a visual attention shift to threatening information, with a visual attention shift from threatening information and without any attention shift.

According to psychometric studies, trial subjects showed excessive anxiety levels (HADS). Subjects with a visual attention shift to threatening information demonstrated hostile aggression, including enmity and anger (BPAQ).

*Conclusion.* In an anxiety state associated with examination stress, the students' visual attention may shift to/from negatively colored emotional information. Young people with a high anxiety level and an attention shift to threatening information are presumably characterized by a high hostility level. Difficulties in distracting attention from emotional (threatening) information are probably associated with a relatively higher activation level of the right frontal brain zones.

**Keywords:** anxiety, emotional information, frontal brain zones, alpha activity, attention shift.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

## References

1. Solov'eva S.L. Trevoга i trevozhnost': teoriya i praktika [Anxiety and agitation: theory and practice]. *Meditinskaya psikhologiya v Rossii: elektronnyy nauchnyy zhurnal*. 2012; 1 (17). Available at: [http://medpsy.ru/mprij/archiv\\_global/2012\\_6\\_17/nomer/nomer14.php](http://medpsy.ru/mprij/archiv_global/2012_6_17/nomer/nomer14.php) (accessed: 30.05.2016) (in Russian).
2. Nordkamp Anne. *Theta/beta ratio and attentional control: An exploratory study*. 2016. Available at: <https://openaccess.leidenuniv.nl/handle/1887/37840> (accessed: 10.01.2020).
3. Barry T.J., Vervliet B., Hermans D. An integrative review of attention biases and their contribution to treatment for anxiety disorders. *Frontiers in Psychology*. 2015; 6: 968.
4. Pereverzeva I.A. K probleme mozgovoy organizatsii emotsional'nykh protsessov v aspekte funktsional'noy asimmetrii polushariy golovnogo mozga u cheloveka [Brain organization of emotional processes in functional asymmetry of the cerebral hemispheres in humans]. *Voprosy psikhologii*. 1980; 2: 65–73 (in Russian).
5. Heathcote L.C., Vervoort T., Eccleston C., Fox E., Jacobs K., Van Ryckeghem D.M., Lau J.Y. The relationship between adolescents' pain catastrophizing and attention bias to pain faces is moderated by attention control. *Pain*. 2015; 156: 1334–1341.
6. Morales S., Perez-Edgar K.E., Buss K.A. Attention biases towards and away from threat mark the relation between early dysregulated fear and the later emergence of social withdrawal. *Abnorm. child. psychol.* 2015; 43 (6): 1067–1078.
7. Pérez-Edgar K., Kujawa A., Nelson S.K., Cole C., Zapp D.J. The relation between electroencephalogram asymmetry and attention biases to threat at baseline and under stress. *Brain Cogn.* 2013; 82 (3): 337–343.
8. Adolph D., Von Glischinski M., Wannemuller A., Margraf J. The influence of frontal alpha-asymmetry on the processing of approach – and withdrawal-related stimuli. A multichannel psychophysiology study. *Psychophysiology*. 2017: 1–16.
9. Davidson. R.J. Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion. *Brain and Cognition*. 1992; 20 (1): 125–151.
10. Enikolopov S.N. Aktual'nye problemy issledovaniya agressivnogo povedeniya [Topical problems of aggressive behavior research]. *Prikladnaya yuridicheskaya psikhologiya*. 2010; 2: 37–47 (in Russian).
11. Tottenham N., Tanaka J., Leon A.C., Mc Carry T., Nurse M., Hare T.A. The NimStim set of facial expressions: Judgments from untrained research participants. *Psychiatry Research*. 2009; 168: 242–249.
12. Macleod C., Mathews A.M., Tata P. Attentional bias in emotional disorders. *Journal of abnormal psychology*. 1986; 95: 15–20.
13. Shore D.I., Spence C., Klein R.M. Visual prior entry. *Psychological Science*. 2001; 12: 205–212.
14. Conley K.M., Lehman B.J. Test anxiety and cardiovascular responses to daily academic stressors. *Stress and Health*. 2012; 28 (1): 41–50.

15. Aleksandrov A.G., Luk'yanenok P.I. Izmenenie urovney trevozhnosti studentov v usloviyakh uchebnoy deyatel'nosti [Changes in students' anxiety levels while studying]. *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki*. 2016; 6: 5–14 (in Russian).
16. Enikolopov S.N. Vrazhdebnost' v klinicheskoy i kriminal'noy psikhologii [Hostility in clinical and criminal psychology]. *Natsional'nyy psikhologicheskyy zhurnal*. 2007; 1 (2): 33–39 (in Russian).
17. Pavlova T.S., Kholmogorova A.B. Psikhologicheskie faktory sotsial'noy trevozhnosti v studencheskom vozraste [Psychological factors of social anxiety in students]. *Konsul'tativnaya psikhologiya i psikhoterapiya*. 2011; 1: 29–43 (in Russian).
18. Mathews A., Ridgeway V., Williamson D.A. Evidence for attention to threatening stimuli in depression. *Behavior research and therapy*. 1996; 34 (9): 695–705.
19. Eysenck M.W., Derakshan N., Santos R., Calvo M.G. Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*. 2007; 7: 336–353.
20. David A. Moscovitch, Diane L. Santessob, Vladimir Miskovicc, Randi E. McCabed, Martin M. Antonye, Louis A. Schmidtb. Frontal EEG asymmetry and symptom response to cognitive behavioral therapy in patients with social anxiety disorder. *Biological Psychology*. 2011; 87 (3): 379–385.
21. Palmiero M., Piccardi L. Frontal EEG Asymmetry of Mood. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2017; 11: 1–8.
22. Cole C., Zapp1 D.J., Nelson S.K., Pérez-Edgar K. Speech presentation cues moderate frontal EEG asymmetry in socially withdrawn young adults. *Brain Cogn*. 2012; 78 (2): 156–162.
23. Blackhart G.C., Minnix J.A., Kline J.P. Can EEG asymmetry patterns predict future development of anxiety and depression? A preliminary study. *Biological Psychology*. 2000; 72: 46–50.
24. Astashchenko A.P., Davydova E.V., Bogdanova V.A., Dorokhov E.V. Uchastie frontal'nykh otdelov mozga pri smeshchenii vnimaniya k emotsional'nym vyrazheniyam litsa cheloveka [The activity of the frontal brain lobes in case of attention shifts to human emotional physiognomy]. *Vestnik psikhofiziologii*. 2018; 1: 31–37 (in Russian).

Received 12 February; accepted 09 April 2020.

### Information about the authors

**Astashchenko Anzhela Pavlovna**, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Department of Normal Physiology, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko. 394036, Russia, Voronezh, Studencheskaya St., 10; e-mail: cerceal@rambler.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6416-6454>.

**Gorbatenko Natal'ya Pavlovna**, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor, Department of Normal Physiology, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko. 394036, Russia, Voronezh, Studencheskaya St., 10; e-mail: \_natalya\_g@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6529-2206>.

**Dorokhov Evgeniy Vladimirovich**, Candidate of Sciences (Medicine), Associate Professor, Head of the Department of Normal Physiology, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko. 394036, Russia, Voronezh, Studencheskaya St., 10; e-mail: dorofov@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2096-411X>.

**Varvarova Sofiya Igorevna**, 3<sup>rd</sup>-year Student, Medical Department, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko. 394036, Russia, Voronezh, Studencheskaya St., 10; e-mail: varvarova\_76@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6427-6717>.

**Zyablova Polina Vladimirovna**, 3<sup>rd</sup>-year Student, Medical Department, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko. 394036, Russia, Voronezh, Studencheskaya St., 10; e-mail: zablovapolina@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1229-7572>.

### For citation

Astashchenko A.P., Gorbatenko N.P., Dorokhov E.V., Varvarova S.I., Zyablova P.V. Vliyaniye trevozhnosti, svyazannoy s ekzamenatsionnym stressom, na smeshchenie zritel'nogo vnimaniya i elektricheskuyu aktivnost' frontal'nykh zon mozga [Influence of anxiety related to examination stress on visual attention shift and electric activity of brain front zones]. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskyy zhurnal*. 2020; 2: 100–111. DOI: 10.34014/2227-1848-2020-2-100-111 (in Russian).