






doi 10.18699/vjgb-24-105

# Сопоставление показателей мозговой активности у китайских и российских студентов в условиях распознавания информации, отнесенной к себе и другим людям

Ц. Сы<sup>1</sup>, Ц. Тянь<sup>1</sup>, В.А. Савостьянов <sup>1,3</sup>, Д.А. Лебедкин <sup>1,4</sup>, А.В. Бочаров <sup>1,3</sup>, А.Н. Савостьянов <sup>1,2,3</sup> <sup>1</sup> Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия<sup>3</sup> Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины, Новосибирск, Россия<sup>4</sup> Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия a.savostianov@g.nsu.ru

**Аннотация.** Нейровычислительные технологии – область междисциплинарных исследований и разработок, которая находит широкое применение в современной цифровой медицине. Одна из задач нейровычислительных технологий состоит в создании методик изучения мозговой активности человека в условиях социально-ориентированной деятельности при помощи современных информационных подходов. Цель предлагаемого исследования – разработать методику сбора и обработки психофизиологических данных, позволяющую изучать функциональные состояния головного мозга человека, ассоциированные с отнесением внешней информации к самому субъекту или другим людям. Под самоотнесением (самореференцией) понимается субъективная оценка человеком поступающей из внешней среды информации как имеющей отношение к нему самому. Отнесение информации к другим людям или неодушевленным объектам – это оценка информации как сообщения о ком-то другом или о вещах. В современной нейрофизиологии сложились два подхода к исследованию самореференции: 1 – регистрация мозговой активности в условиях покоя с последующим опросом участника на предмет выявления самоотнесенных мыслей; 2 – регистрация мозговой активности, вызванной самоотнесенными стимулами. В представленной работе была апробирована технология, сочетающая регистрацию и анализ ЭЭГ с просмотром видеозаписей изображений лица самого испытуемого или незнакомого ему человека. Новизна нашего подхода состоит в использовании видеозаписей человеческого лица, полученных на первом этапе обследования, для индукции состояний покоя, ассоциированных с распознаванием информации о разных субъектах, на более поздних этапах обследования. Нами был разработан программно-аппаратный модуль, т.е. комплект связанных друг с другом программ и процедур их применения, состоящий из блоков, позволяющих проводить полный цикл регистрации и обработки психологических и нейрофизиологических данных. При помощи этого модуля показатели электрической активности головного мозга (ЭЭГ), отражающие индивидуальные особенности распознавания информации, отнесенной к самому себе и другим людям, были сопоставлены между группами из 30 китайских (14 мужчин и 16 женщин, средний возраст  $23.2 \pm 0.4$  года) и 32 российских (15 мужчин, 17 женщин, средний возраст  $22.1 \pm 0.4$  года) участников. Мы проверили гипотезу, что различия в мозговой активности в интервалах функционального покоя между китайскими и российскими участниками зависят от их психологических различий в показателях коллективизма. Было выявлено, что функциональная активность мозга зависит от субъектной отнесенности лицевого видео, которое участники просматривали между интервалами покоя. Межнациональные различия наблюдались в активности переднего и заднего хабов дефолт-системы и зависели от субъектной отнесенности информации. У китайских, но не у российских участников выявлены достоверные положительные корреляции между уровнем коллективизма и спектральной плотностью в переднем хабе дефолт-системы во всех экспериментальных условиях для широкого ряда частотных диапазонов. Разработанный программно-аппаратный модуль включен в интегрированную цифровую платформу для проведения исследований в области системной биологии и цифровой медицины.

**Ключевые слова:** нейровычислительные технологии; программно-аппаратный модуль; методы обработки данных; самоотнесенные процессы; ЭЭГ покоя; дефолт-система мозга; межнациональные различия; коллективизм.

**Для цитирования:** Сы Ц., Тянь Ц., Савостьянов В.А., Лебедкин Д.А., Бочаров А.В., Савостьянов А.Н. Сопоставление показателей мозговой активности у китайских и российских студентов в условиях распознавания информации, отнесенной к себе и другим людям. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2024;28(8):982-992. doi 10.18699/vjgb-24-105

**Финансирование.** Разработка программно-аппаратного модуля проведена в рамках бюджетного проекта ИЦиГ СО РАН № FWNR-2022-0020. Часть исследования, касающаяся подготовки психологических тестов и подбора экспериментальных групп, выполнена при финансовой поддержке Программы развития Томского государственного университета (Приоритет-2030).

# Comparison of brain activity metrics in Chinese and Russian students while perceiving information referencing self or others


Q. Si<sup>1</sup>, J. Tian<sup>1</sup>, V.A. Savostyanov <sup>1, 3</sup>, D.A. Lebedkin <sup>1, 4</sup>, A.V. Bocharov <sup>1, 3</sup>, A.N. Savostyanov <sup>1, 2, 3</sup> 

<sup>1</sup> Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup> Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

<sup>3</sup> Scientific Research Institute of Neurosciences and Medicine, Novosibirsk, Russia

<sup>4</sup> Tomsk State University, Tomsk, Russia

 a.savostianov@g.nsu.ru

**Abstract.** Neurocomputing technology is a field of interdisciplinary research and development widely applied in modern digital medicine. One of the problems of neuroimaging technology is the creation of methods for studying human brain activity in socially oriented conditions by using modern information approaches. The aim of this study is to develop a methodology for collecting and processing psychophysiological data, which makes it possible to estimate the functional states of the human brain associated with the attribution of external information to oneself or other people. Self-reference is a person's subjective assessment of information coming from the external environment as related to himself/herself. Assigning information to other people or inanimate objects is evaluating information as a message about someone else or about things. In modern neurophysiology, two approaches to the study of self-referential processing have been developed: (1) recording brain activity at rest, then questioning the participant for self-reported thoughts; (2) recording brain activity induced by self-assigned stimuli. In the presented paper, a technology was tested that combines registration and analysis of EEG with viewing facial video recordings. The novelty of our approach is the use of video recordings obtained in the first stage of the survey to induce resting states associated with recognition of information about different subjects in later stages of the survey. We have developed a software and hardware module, i. e. a set of related programs and procedures for their application consisting of blocks that allow for a full cycle of registration and processing of psychological and neurophysiological data. Using this module, brain electrical activity (EEG) indicators reflecting individual characteristics of recognition of information related to oneself and other people were compared between groups of 30 Chinese (14 men and 16 women, average age  $23.2 \pm 0.4$  years) and 32 Russian (15 men, 17 women, average age  $22.1 \pm 0.4$  years) participants. We tested the hypothesis that differences in brain activity in functional rest intervals between Chinese and Russian participants depend on their psychological differences in collectivism scores. It was revealed that brain functional activity depends on the subject relevance of the facial video that the participants viewed between resting-state intervals. Interethnic differences were observed in the activity of the anterior and parietal hubs of the default-mode network and depended on the subject attribution of information. In Chinese, but not Russian, participants significant positive correlations were revealed between the level of collectivism and spectral density in the anterior hub of the default-mode network in all experimental conditions for a wide range of frequencies. The developed software and hardware module is included in an integrated digital platform for conducting research in the field of systems biology and digital medicine.

**Key words:** neurocomputing technologies; hardware-software module; data processing methods; self-referential processes; resting-state EEG; default-mode network; interethnic differences; collectivism.

**For citation:** Si Q., Tian J., Savostyanov V.A., Lebedkin D.A., Bocharov A.V., Savostyanov A.N. Comparison of brain activity metrics in Chinese and Russian students while perceiving information referencing self or others. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektii* = *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2024;28(8):982-992. doi 10.18699/vjgb-24-105

## Введение

Нейровычислительные технологии – это техническое направление по разработке методик для сбора и компьютерного анализа данных нейрофизиологических обследований, которое находит широкое применение в цифровой медицине для создания новых подходов к диагностике и терапии заболеваний. Целью нейровычислительных технологий является разработка программ и устройств для получения информации об анатомо-функциональной организации нервной системы в норме и при патологиях.

Теория референции предложена в работах логиков и лингвистов первой половины XX в. (для обзора см. Яковлева, 2011). Информационная референция – это оценка входящей информации как имеющей отношение к какому-то конкретному объекту или субъекту. Под термином «самоотнесение» (или «самореференция») понимается оценка какого-либо события как связанного с самим субъек-

том, воспринимающим информацию об этом событии (Northoff et al., 2006; Neff, McGehee, 2010). Термин «самоотнесение» принципиально отличается по своему содержанию от терминов «рефлексия» (размышление о себе) и «самоконтроль» (управление своими действиями), так как относится не к управлению поведением или самооценке, а к области анализа входящей из внешней среды информации как имеющей или не имеющей отношение к самому субъекту. К настоящему времени сформировалось два принципиально различающихся подхода к исследованию нейрофизиологических маркеров субъектного отнесения информации. В рамках первого подхода мозговая активность, оцениваемая при помощи электроэнцефалограммы (ЭЭГ), магнитоэнцефалограммы (МЭГ) или функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ), регистрируется в условиях функционального покоя, т. е. без выполнения экспериментальных заданий (Knyazev et al.,

2012, 2016). После завершения регистрации мозговой активности участники проходят опрос на предмет выяснения их фокусирования на самоотнесенных событиях. Другой подход состоит в представлении участникам нескольких групп стимулов с однозначной отнесенностью к нему самому, знакомым и незнакомым людям или же к неодушевленному объектам (Quevedo et al., 2018; Knyazev et al., 2020, 2024).

Целью нашего исследования является разработка новой экспериментальной модели, сочетающей в себе оба описанных выше подхода к изучению самореферентной активности мозга человека, т. е. тех нейрофизиологических процессов, которые лежат в основе самоотнесения информации. В этой модели участнику предлагается внешняя информация (просмотр видеоизображений) о нем самом или о другом человеке в сравнении с наблюдением неодушевленного объекта. В интервалах между просмотром видеоизображений участник закрывает глаза и какое-то время не получает внешней стимуляции. Предлагаемая технология включает сбор данных, основанный на комбинировании регистрации ЭЭГ с видеозаписью человеческих лиц (Савостьянов и др., 2022), предобработку данных ЭЭГ для очистки целевого сигнала от нерелевантного шума (Delorme, Makeig, 2004), локализацию источников мозговых сигналов на поверхности коры головного мозга и поиск статистических взаимосвязей между нейрофизиологической активностью и психологическими особенностями участников обследования (Pascual-Marqui, 2002). Кроме того, наша методика включает проведение психологического тестирования для выявления личностных особенностей участников и симптоматики выраженности у них депрессии. В рамках предлагаемой статьи мы апробируем создаваемую технологию для поиска нейрофизиологических различий, обусловленных разным отношением к самому себе в группах российских и китайских студентов. Мы предполагаем, что россияне более склонны к индивидуалистическому определению собственной личности, тогда как для китайцев более характерны коллективистские способы самоопределения. Разработанные методики и компьютерные программы для сбора и обработки данных, а также сами собранные в этом исследовании данные включены в качестве одного из модулей в интегрированную цифровую платформу «Биоинформатика и системная компьютерная биология», разрабатываемую в ИЦиГ СО РАН.

## Материалы и методы

### Программный модуль для сбора и обработки данных.

Нами был создан программный модуль для сбора и обработки данных, который включен в интегрированную цифровую платформу «Биоинформатика и системная компьютерная биология», разрабатываемую в ИЦиГ СО РАН. Модуль состоит как из программных продуктов, разработанных сотрудниками ИЦиГ СО РАН, так и из блоков, взятых нами из открытых источников. В совокупности все блоки модуля позволяют осуществить полный цикл по сбору и обработке психологических и нейрофизиологических данных, начиная от предварительного опроса участников для получения их согласия на прохождение обследования и заканчивая статистической обработкой

полученных результатов. Перечень программ, входящих в состав модуля, представлен в табл. 1.

**Испытуемые.** Для исследования были приглашены 30 студентов и аспирантов из Китая (14 мужчин и 16 женщин, средний возраст  $23.2 \pm 0.4$  года) и 32 российских студента и аспиранта (15 мужчин, 17 женщин, средний возраст  $22.1 \pm 0.4$  года), обучающихся на базе Новосибирского государственного университета. Перед началом эксперимента все участники заполнили анкету, которая содержала вопросы о наличии у них неврологических или психиатрических заболеваний и употреблении алкоголя или психоактивных веществ. Кроме того, все участники давали информированное согласие на прохождение экспериментального обследования в соответствии с Хельсинкской декларацией по биомедицинской этике. Протокол эксперимента был одобрен этическим комитетом НИИ Нейронаук и медицины.

**Психологическое тестирование.** Участники заполняли психологические опросники на личностную и ситуативную тревожность (STAI: State-Trait Anxiety Inventory, Spielberger et al., 1970; русскоязычная адаптация Ханин, 1976), опросник для оценки выраженности депрессивной симптоматики (BDI: Beck's depression Inventory, Beck et al., 1996), тест «Коллективная и независимая Я-концепция» (SCS: Self Construal Scale, Singelis, 1994), опросник на аффилиацию со своей семьей (RISC: Relational-interdependent self-construal, Cross et al., 2000). Тестирование проводилось при помощи специального интернет-приложения, разработанного на платформе Yandex. Российские участники заполняли опросники на русском языке, китайские участники – на китайском языке.

**Экспериментальный метод и этапы обработки данных** представлены в виде блок-схемы на рис. 1. ЭЭГ записывалась в звуко- и светоизолированной камере. В ходе эксперимента выполнялись три условия. При первом условии ЭЭГ регистрировалась в течение 12 минут без функциональной нагрузки (3 интервала по 2 минуты с закрытыми глазами и 3 интервала по 2 минуты с открытыми глазами). В интервалах, когда испытуемый открывал глаза, он видел черный экран монитора компьютера. В этот период у испытуемого совместно с ЭЭГ записывалось видеоизображение лица в течение всех 12 минут. Второе и третье условие отличались от первого тем, что при втором условии при открытых глазах испытуемый видел видеозапись собственного лица, полученную при выполнении первого фонового задания, а при третьем условии ему/ей предъявлялась видеозапись лица незнакомого человека (всегда мужчины – для испытуемого мужчины и женщины – для испытуемой женщины). Порядок второго и третьего задания менялся случайно. Примерно для половины испытуемых вначале шло второе задание, а потом третье, для другой половины – наоборот.

**Регистрация ЭЭГ.** ЭЭГ регистрировалась при помощи 130-канального усилителя NVX-132, Россия. 128 каналов ЭЭГ были расположены по международной схеме 5–5 % с референтным электродом Cz, заземляющим электродом AFz, добавочно – каналы ЭОГ, ЭКГ, полоса пропускания 0.1–100 Гц, частота дискретизации сигнала 1000 Гц. Регистрация ЭЭГ проводилась с помощью программы NeoReg-recoder.

**Таблица 1.** Перечень программно-аппаратных блоков, включенных в модуль для регистрации и обработки нейрофизиологических данных

Номер блока в составе модуля	Название программного продукта и его разработчик	Оборудование, необходимое для работы программы	Назначение блока
1	Специальная Интернет-форма, реализованная на платформе Yandex сотрудниками ИЦиГ СО РАН	Цифровое мобильное устройство с подключением к интернету	Проведение дистанционного психологического тестирования участников для оценки их личностных особенностей и выраженности депрессивной симптоматики
2	Программа NeoRec, Медицинские компьютерные системы, <a href="https://mks.ru/">https://mks.ru/</a>	Усилитель биоэлектрических сигналов NVX-132	Регистрация биоэлектрической активности мозга в условиях функционального покоя
3	Open Broadcaster Software, OBS Studio, <a href="https://obsproject.com/">https://obsproject.com/</a>	Видеокамера, подключенная к регистрирующему компьютеру	Регистрация видеозаписей человеческого лица
4	Программа для разметки записей ЭЭГ на основе лицевого видео. Реализована сотрудниками ИЦиГ СО РАН на платформе Inquisit, <a href="https://www.millisecond.com/">https://www.millisecond.com/</a>	Усилитель биоэлектрических сигналов NVX-132, Steam Tracker для синхронизации меток событий	Предъявление участнику обследования записей лицевого видео с одновременной регистрацией и разметкой ЭЭГ на участки покоя и стимуляции
5	EEGlab_toolbox, Swartz Center for Computational Neuroscience, <a href="https://sccn.ucsd.edu/eeglab/index.php">https://sccn.ucsd.edu/eeglab/index.php</a>	Персональный компьютер	Предобработка записей ЭЭГ, включая частотную фильтрацию, ре-референс сигналов, анализ независимых компонент и удаление внемозгового шума из ЭЭГ-сигнала
6	eLoreta: low resolution brain electromagnetic tomography, The KEY Institute for Brain-Mind Research, <a href="https://www.uzh.ch/keyinst/loreta.htm">https://www.uzh.ch/keyinst/loreta.htm</a>	Персональный компьютер	Вычисление спектральной плотности в разных частотных диапазонах
7			Локализация источников мозговой активности на поверхности коры головного мозга
8			Проведение регрессионного и корреляционного анализов для поиска ассоциаций между психологическими особенностями участников и их нейрофизиологическими характеристиками
9	IBM SPSS software, IBM, <a href="https://www.ibm.com/spss">https://www.ibm.com/spss</a>	Персональный компьютер	Статистическая обработка полученных результатов

**Предобработка ЭЭГ.** Процедура re-reference (т. е. вычисление значений усредненного референта и вычитание этих значений из записи ЭЭГ) была проведена для удаления артефактов тонического напряжения мышц скальпа. Глазодвигательные и иные артефакты были удалены из ЭЭГ при помощи анализа независимых компонент, для чего использовался программный пакет EEGlab v 14\_1\_2b, предназначенный для среды MatLab (ICA, Delorme, Makeig, 2004). ICA (independent component analysis) – это широко применяемая технология анализа сигналов, позволяющая, в частности, отделить целевой сигнал от нерелевантного шума. Затем записи ЭЭГ разделялись на периоды, когда участник сидел с закрытыми глазами, и периоды, когда глаза были открыты. Дальнейший анализ проводился только для тех интервалов ЭЭГ, которые записывались при закрытых глазах, но были окружены периодами наблюдения соответствующих стимулов. После извлечения этих фрагментов ЭЭГ они разделялись на двухсекундные временные интервалы.

**Локализация источников активности на поверхности коры головного мозга.** Дальнейший анализ проводился при помощи программного пакета eLoreta (Pascual-Marqui, 2002). eLoreta – математическая модель и основанный на этой модели программный продукт, направленный на решение обратной задачи ЭЭГ, т. е. на реконструкцию функциональных процессов в головном мозге на основе компьютерного анализа распределения электрических сигналов на поверхности головы. eLoreta позволяет локализовать источники мозговой активности на основе интерполяции данных по многим ЭЭГ-электродам.

Для каждого двухсекундного интервала вычислялись значения спектральной плотности в частотных диапазонах дельта (2–4 Гц), тета (4–8 Гц), альфа-1 (8–10 Гц), альфа-2 (10–12 Гц), бета-1 (12–16 Гц), бета-2 (16–20 Гц), бета-3 (20–25 Гц) и гамма (25–35 Гц) ритмов. Затем для каждого участника вычислялся показатель суммарного спектра на всем интервале ЭЭГ-тестирования отдельно для каждого из трех экспериментальных условий (у каждого участника

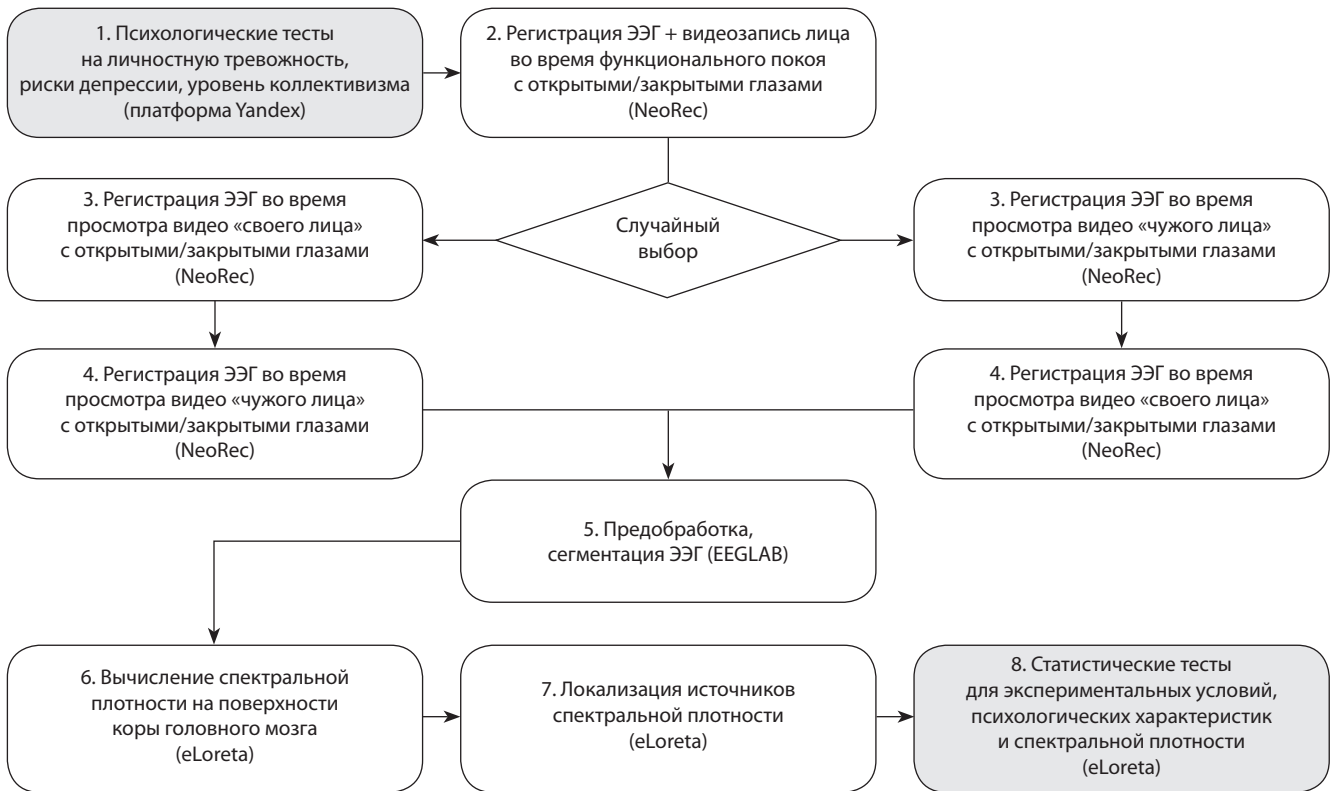


Рис. 1. Блок-схема этапов сбора и обработки данных с указанием компьютерных программ, использованных в нашем исследовании.

для этого использовалось от 150 до 170 двухсекундных интервалов). Спектры считались независимо для каждого из 128 каналов ЭЭГ, включенных в обработку данных. Анализ сравнений спектральной плотности между разными условиями («пустой экран», «свое лицо» и «чужое лицо») на уровне источников был выполнен в программе eLoreta. Отрезок записи ЭЭГ с частотой дискретизации 1000 Гц длительностью 3000 мс после появления блока был использован для расчета спектральной плотности источников в программе eLoreta (Pascual-Margui, 2002).

**Статистический анализ результатов.** Статистическая обработка результатов психологического тестирования выполнена в программе IBM SPSS. Сравнения проводились с помощью однонаправленного ANOVA с психологическими характеристиками в качестве независимой переменной и межгрупповыми факторами «группа» (российская или китайская), «пол» (мужской или женский) и возраст в качестве разделяющих переменных.

Зависимости между экспериментальными состояниями и показателями ЭЭГ, а также между психологическими и национальными особенностями и показателями ЭЭГ оценивались в пакете eLoreta. Статистическая значимость результатов сравнения разных условий была оценена с использованием *t*-статистики для связанных измерений (paired groups) с применением метода рандомизации статистического непараметрического картирования (statistical nonparametric mapping, SnPM), который включает в себя поправку на множественные сравнения. Метод рандомизации SnPM в eLoreta основан на подходе бутстреппинга и производится путем множественных непараметрических

пермутационных сравнений. Для коррекции множественных сравнений использовали 5000 рандомизаций. Корреляционный анализ был выполнен для поиска зависимости спектральной плотности от показателей личностных черт и выраженности депрессивной симптоматики.

## Результаты

Статистически достоверные результаты исследований и методы их получения представлены в табл. 2.

### Результаты психологического тестирования

Для показателя личностной тревожности по тесту STAI основной эффект фактора «национальность» не был достоверным ( $p > 0.3$ ). Был выявлен достоверный эффект фактора «пол»,  $F(1; 62) = 6.47$ ;  $p = 0.014$ ;  $\eta^2 = 0.1$ , средняя тревожность у женщин ( $30.6 \pm 1.6$ ) была выше, чем у мужчин ( $24.8 \pm 1.7$ ). Для показателя выраженности депрессивной симптоматики по тесту BDI выявлено статистически достоверное значение фактора «национальность»,  $F(1; 62) = 18.62$ ;  $p < 0.0001$ ;  $\eta^2 = 0.243$ . Средний показатель выраженности депрессивной симптоматики в китайской группе был выше ( $9.2 \pm 1.1$ ), чем в российской группе ( $2.8 \pm 1.0$ ).

Тест RISC выявил статистически достоверные различия между национальными группами,  $F(1; 62) = 7.27$ ;  $p = 0.009$ ;  $\eta^2 = 0.111$ , по значимости семейных ценностей. Ценность семьи для китайских участников была выше ( $5.1 \pm 0.2$ ), чем у российских участников ( $4.3 \pm 0.2$ ). Тест SCS также выявил высокодостоверное значение фактора «национальность»,  $F(1; 62) = 23.41$ ;  $p < 0.0001$ ;

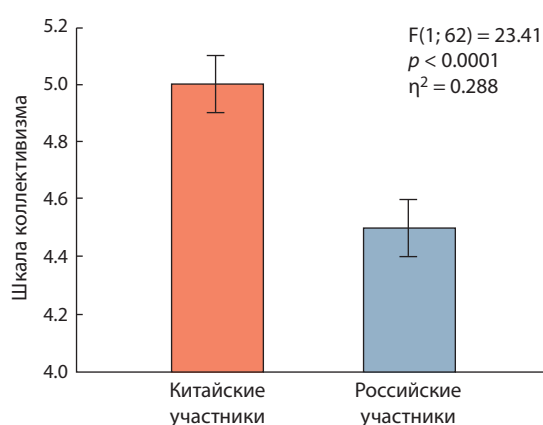
**Таблица 2.** Перечень основных статистических результатов исследования, методов и программных продуктов для их получения

Результат	Уровень достоверности	Статистический метод	Программный продукт для статистической оценки
Психологические различия в уровне коллективизма между российскими и китайскими испытуемыми	$p < 0.0001$	Односторонний дисперсионный анализ (ANOVA)	IBM SPSS
Психологические различия в выраженности депрессивной симптоматики между российскими и китайскими испытуемыми	$p < 0.0001$	Односторонний дисперсионный анализ (ANOVA)	IBM SPSS
Различия в спектральной плотности для разных экспериментальных условий в обеих группах	$p < 0.01$	t-статистика для зависимых выборок	eLoreta
Различия в спектральной плотности между российской и китайской группами	$p < 0.05$	t-статистика для независимых выборок	eLoreta
Корреляции между спектральной плотностью и показателями личностных черт, включая коллективизм	$p < 0.05$	Регрессионный анализ с независимой переменной	eLoreta

$\eta^2 = 0.288$  для показателя коллективизма. Для участников из китайской группы показатель коллективизма был выше ( $5.0 \pm 0.1$ ), чем для участников из российской группы ( $4.5 \pm 0.1$ ) (рис. 2). Для этого показателя было выявлено достоверное взаимодействие факторов «пол» и «национальность»,  $F(1; 62) = 5.87; p = 0.019; \eta^2 = 0.092$ . Российские ( $4.6 \pm 0.1$ ) и китайские ( $4.9 \pm 0.1$ ) женщины незначительно различались по этому показателю, тогда как для российских ( $4.3 \pm 0.1$ ) и китайских ( $5.2 \pm 0.1$ ) мужчин различия были выражены более существенно.

**Результаты eLoreta при сравнении разных экспериментальных условий для обобщенной группы, состоящей из 62 китайских и российских участников**

При помощи программного пакета eLoreta сравнивались показатели спектральной плотности на интервалах ЭЭГ с закрытыми глазами, которые следовали за интервалами наблюдения своего лица, чужого лица или пустого экрана. Было выявлено, что спектральная плотность в частотных диапазонах дельта (2–4 Гц), альфа-2 (10–12 Гц) и гамма (25–35 Гц) ритмов при закрытых глазах после наблюдения собственного лица выше, чем при закрытых глазах после наблюдения пустого экрана. Необходимо специально отметить, что мышечные артефакты были удалены из записей ЭЭГ при помощи анализа независимых компонент. Согласно данным Delorme и Makeig (2004), этот метод дает возможность удалить больше 80 % всех мышечных шумов. Это позволяет утверждать, что амплитуда электрических потенциалов в дельта- и гамма-диапазонах не была обусловлена просто поверхностной тонической электромиограммой (ЭМГ). Статистически наиболее достоверные различия ( $p = 0.0036$ ) зафиксированы для участков предлобной коры обоих полушарий (медиальная фронтальная область, 11 поле по Бродману и орбитофронтальная кора, 47 поле по Бродману) в диапазоне альфа-2-ритма (рис. 3, а). Похожие результаты выявлены при сравнении условий «чужое лицо» и «пустой экран»

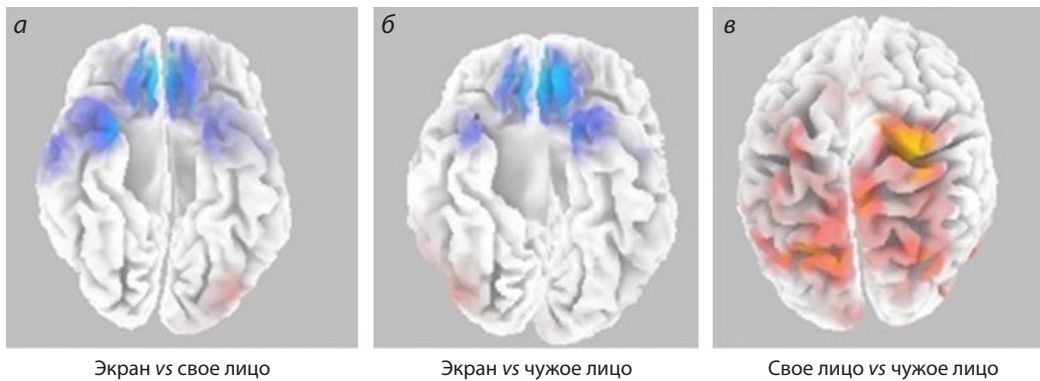


**Рис. 2.** Различия между китайскими и российскими участниками по показателю коллективизма в тесте SCS.

(см. рис. 3, б). Показано, что так же как и при первом сравнении, спектральная плотность в предлобной коре в диапазоне альфа-2-ритма выше для условия «чужое лицо» в сравнении с условием «пустой экран» ( $p = 0.002$ ). При сравнении ЭЭГ-интервалов, записанных после наблюдения лица незнакомого человека, было выявлено, что спектральная плотность в частотных диапазонах альфа-1 (8–10 Гц) и альфа-2 (10–12 Гц) ритмов на ЭЭГ-интервалах при закрытых глазах после наблюдения видеозаписи своего лица выше, чем на интервалах с закрытыми глазами после наблюдения лица незнакомого человека. Достоверные различия в спектральной плотности для этих условий ( $p = 0.0104$ ) выявлены для теменной коры (верхняя теменная доля, 7 поле по Бродману, см. рис. 3, в).

**Результаты eLoreta при сравнении разных экспериментальных условий для китайских и российских участников**

Сопоставление показателей спектральной плотности между группой китайских и российских испытуемых в интер-

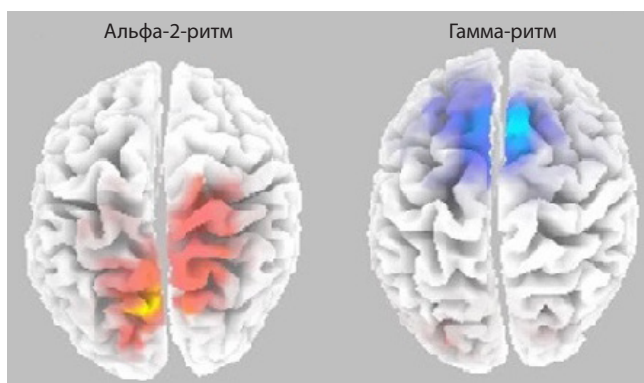


**Рис. 3.** Сопоставление спектральной плотности в диапазоне альфа-2 (10–12 Гц) ритма при сравнении интервалов с закрытыми глазами между условиями: (а) пустой экран – свое лицо; (б) пустой экран – чужое лицо; (в) свое лицо – чужое лицо.

Синим цветом отмечены области коры, в которых спектральная плотность достоверно выше для лицевых условий, чем для условия «пустой экран». Красным цветом отмечены области коры, в которых спектральная плотность достоверно выше для условия «свое лицо» в сравнении с условием «чужое лицо».

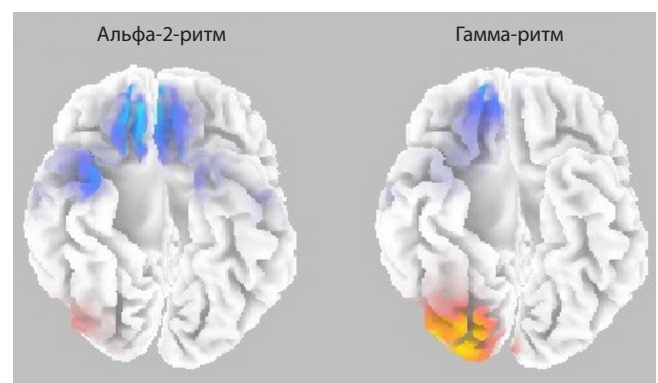
валах с закрытыми глазами, следующих за наблюдением пустого экрана, не выявило каких-либо статистически значимых межгрупповых различий. Обе группы показали одинаковое распределение спектральной плотности во всех отделах коры и всех частотных диапазонах. При межнациональных сравнениях в условиях с закрытыми глазами, следующих за наблюдением видеозаписи своего лица, выявлены достоверные различия в диапазонах альфа-2- и гамма-ритмов ( $p = 0.044$ ) (рис. 4). У китайских участников в сравнении с российскими наблюдалась повышенная спектральная плотность в диапазоне альфа-2-ритма в теменной и височной коре (38 поле по Бродману), тогда как у российских участников в сравнении с китайскими наблюдалась повышенная спектральная плотность в медиальных лобных отделах коры в диапазоне гамма-ритма (3, 4 и 6 поля по Бродману).

При межнациональных сравнениях в условиях с закрытыми глазами между наблюдением видеозаписи лица незнакомого человека также выявлены достоверные различия в диапазонах альфа-2- и гамма-ритмов ( $p = 0.0002$ ), но они существенно отличались от тех результатов, которые получены для условия «свое лицо» как по топографии эффекта, так и по направленности межнациональных различий. У китайских участников в отличие от российских была выявлена достоверная большая спектральная плотность в правой нижней височной области коры (38 поле по Бродману) в диапазоне гамма-ритма, тогда как российские участники в сравнении с китайскими показали большие значения спектральной плотности в обоих диапазонах (альфа-2- и гамма-ритмов) в предлобных отделах коры (медиальная фронтальная область, 11 поле по Бродману и орбитофронтальная кора, 47 поле по Бродману) (рис. 5).



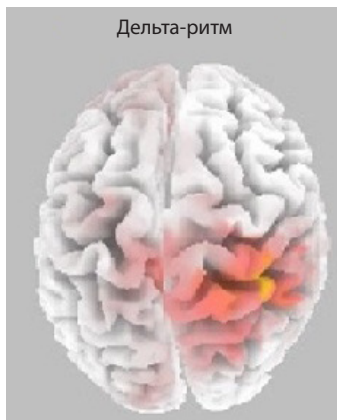
**Рис. 4.** Сопоставление спектральной плотности в диапазоне альфа-2 (10–12 Гц) и гамма (25–35 Гц) ритмов при сравнении китайской и российской групп для ЭЭГ-интервалов с закрытыми глазами между наблюдением участниками своего лица. Представлена конвексительная поверхность мозга.

Для китайских участников характерна большая, в сравнении с российской группой, спектральная плотность альфа-2-ритма в задних (теменных и височных) отделах коры (области отмечены красным цветом), тогда как для российских участников выявлены достоверно большие значения спектральной плотности гамма-ритма в медиальных лобных отделах коры (отмечено синим цветом).



**Рис. 5.** Сопоставление спектральной плотности в диапазоне альфа-2 (10–12 Гц) и гамма (25–35 Гц) ритмов при сравнении китайской и российской групп для ЭЭГ-интервалов с закрытыми глазами между наблюдением участниками чужого лица. Представлена базальная поверхность мозга.

Для китайской группы характерна большая, в сравнении с российской группой, спектральная плотность гамма-ритма в правой нижней височной коре (области отмечены красным цветом), тогда как для российской группы выявлены достоверно большие значения спектральной плотности как альфа-2-, так и гамма-ритмов в предлобной коре (отмечено синим цветом).



**Рис. 6.** Корреляции между показателем коллективизма и спектральной плотностью дельта-ритма в группе российских участников в интервалах с закрытыми глазами, следующих за наблюдением лица незнакомого человека. Представлена конвексальная поверхность мозга.

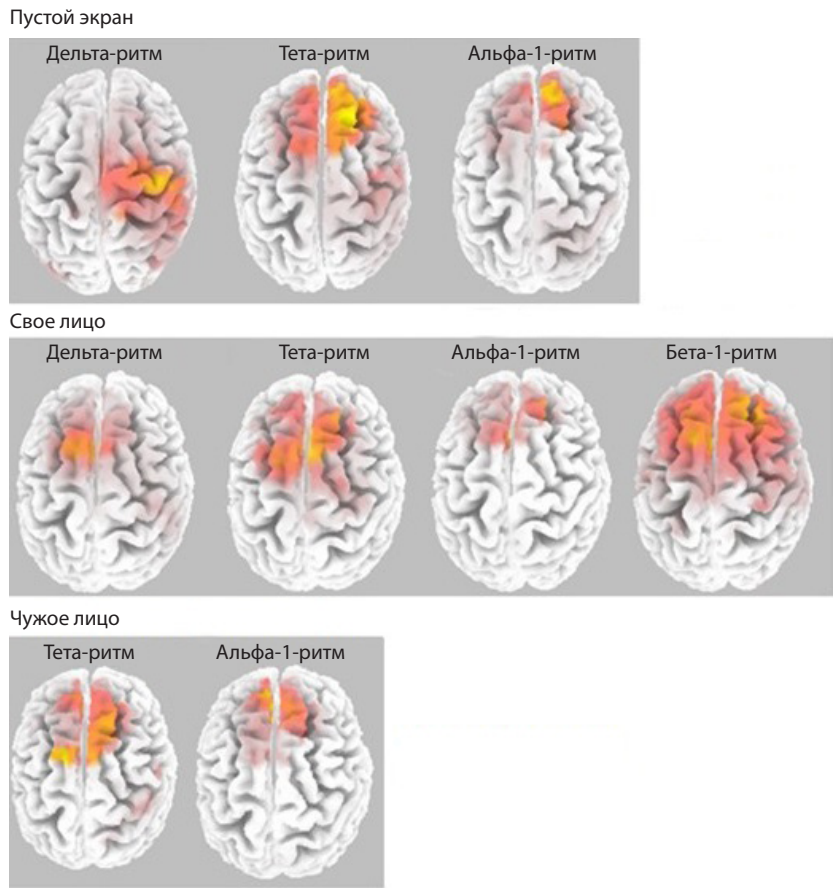
Области коры, в которых выявлены достоверные положительные корреляции уровня коллективизма с показателями спектральной плотности ЭЭГ, отмечены красным цветом.

### Результаты eLoreta при выявлении эффектов психологических показателей, зависящих от национальности и пола участников

Корреляции между показателем коллективизма по тесту SCS для смешанной группы российских и китайских испытуемых были статистически низкодостоверными. Для условия «пустой экран» достоверность отсутствовала ( $p = 0.1954$ ). Для условия «свое лицо» ( $p = 0.0968$ ) и «чужое лицо» ( $p = 0.0664$ ) для обеих групп  $p$ -уровень был близок к достоверному значению, но не достигал его.

В российской выборке для коллективизма не выявлено значимых корреляций для условий «пустой экран» или «свое лицо». Достоверные корреляции выявлены только для спектральной плотности в диапазоне дельта-ритма для условия «чужое лицо» ( $p = 0.043$ ) в правой височной коре (22 поле по Бродману) (рис. 6).

В противоположность российской выборке, для китайских участников статистически достоверные корреляции с показателем коллективизма выявлены для всех трех условий («пустой экран»  $p = 0.001$ ; «свое лицо»  $p = 0.0032$ ; «чужое лицо»  $p = 0.0334$ ). Также можно заметить, что положительные корреляции с показателем коллективизма в китайской группе выявились для широкого спектра частот дельта-, тета-, альфа- и бета-ритмов. Эти коррелятивные зависимости в ос-



**Рис. 7.** Корреляции между показателем коллективизма и спектральной плотностью для условия «пустой экран» (первый ряд), «свое лицо» (второй ряд) и «чужое лицо» (третий ряд) в разных частотных диапазонах в группе китайских участников. Представлена конвексальная поверхность мозга.

Области коры, в которых выявлены положительные корреляции между уровнем коллективизма и спектральной плотности на ЭЭГ, отмечены красным цветом.

новном выявлены в пределах переднего кластера дефолт-системы (медиальные отделы лобной и предлобной коры) и частично в правой теменно-височной коре (рис. 7).

## Обсуждение

### Разработка программно-аппаратного модуля для сбора и анализа данных

Целью данной работы было создание нейровычислительной технологии и разработка программно-аппаратного модуля для сбора и анализа данных, позволяющих изучать мозговые процессы, лежащие в основе личностной самореференции. Ранее мы предложили подход, совмещающий анализ ЭЭГ покоя с анализом активности лицевой мимической мускулатуры, записанной в тех же условиях (Савостьянов и др., 2022). Основной результат новой работы состоит в демонстрации возможности применения лицевых видеозаписей, полученных на начальном этапе эксперимента, для инициации у участников процессов референции информации к себе или другим людям. Такая модель сбора данных совмещается с уже хорошо известными подходами к очистке ЭЭГ-сигнала от шума (Delorme, Makeig, 2004) и локализации источников мозговой активности на поверхности коры мозга (Pascual-Marqui, 2002).

Одним из результатов исследования является разработка программно-аппаратного модуля, включающего несколько последовательно подклю-



чаемых блоков для планирования эксперимента, сбора, предобработки и анализа данных, а также для проведения межгрупповых статистических сравнений. Этот модуль может в дальнейшем быть использован для проведения широкого спектра нейрофизиологических исследований, в том числе для установления маркеров аффективных заболеваний, таких как депрессия, тревожное расстройство или расстройства аутистического спектра.

### Нейрофизиологические корреляты обработки самоотнесенной информации

Интерес исследователей к изучению нейрофизиологических механизмов обработки самоотнесенной информации определяется, во-первых, фундаментальной ролью самореференции в формировании человеческой личности, а во-вторых, наличием широкого ряда психиатрических заболеваний, симптомами которых являются различные нарушения в личностной самооценке (Bradley et al., 2016; Quevedo et al., 2018). В современной нейрофизиологии проходит дискуссия о наличии или отсутствии особого анатомического субстрата для самореферентных процессов в головном мозге (Northoff, Bermpohl, 2004; Northoff et al., 2005; Hu et al., 2016). В качестве основной самореферентной структуры мозга часто рассматривается дефолт-система – несколько связанных между собой участков коры, которые демонстрируют снижение уровня физиологической активности при переходе человека от состояния покоя к выполнению когнитивных заданий (Raichle, 2015; Knyazev et al., 2020, 2024).

Построение модели собственной личности в существенной степени определяется социокультурной спецификой субъекта. Было показано, что представители западной (американской) и ориентальной (японской) культур принципиально различаются по критериям так называемой Я-концепции, т. е. способу самоопределения (Markus, Kitayama, 1991). Большинство американцев демонстрировали индивидуалистические личностные установки, тогда как для японцев был свойственен коллективизм. Сравнение ЭЭГ-коррелятов, отражающих активность дефолт-системы в покое у представителей российской и китайской (Тайвань) культур, показало, что для большинства участников из Тайваня было характерно доминирование переднего (медиальная префронтальная кора) хаба дефолт-системы мозга, тогда как у российских участников наблюдалось доминирование заднего (предклинье) отдела этой системы (Knyazev et al., 2012). Была предложена гипотеза, что межнациональные различия в электрофизиологических процессах в дефолт-системе могут быть вызваны различиями в Я-концепции по критерию индивидуализм-коллективизм, характерными для представителей российской (преимущественно индивидуалистической) и китайской (коллективистской) культур. В нашем случае мы экспериментально проверяли гипотезу Князева с коллегами (2012) при помощи данных психологических опросников SCS и RISC.

### Результаты межнациональных сравнений

В рамках представленного исследования было выполнено сравнение двух выборок неклинических испытуемых, проживающих на момент обследования в России, – рос-

сийской и китайской. Обследование включало заполнение психологических тестов для выявления личностных особенностей участников и выраженности у них симптоматики депрессии. Нейрофизиологическая часть обследования состояла в регистрации ЭЭГ в трех экспериментальных условиях: 1 – в интервалах между наблюдением пустого экрана, 2 – в интервалах между просмотром участником видеозаписи собственного лица, 3 – в интервалах между просмотром видеозаписи лица незнакомого для участника человека.

Психологические сравнения показали, что российские и китайские испытуемые не различались по показателю личностной тревожности (тест STAI). Для выраженности депрессивной симптоматики (тест BDI) выявлено, что симптомы депрессии у китайских испытуемых выражены сильнее, чем у российских участников. Такое различие можно объяснить тем, что участники из КНР длительное время находились далеко от своего дома, тогда как российские участники находились в более привычных для них условиях. По показателям коллективизма для обоих использованных нами тестов (RISC и SCS) были выявлены высокодостоверные различия между китайскими и российскими участниками. Как и ожидалось, для китайских участников выявлены более высокие показатели коллективизма, чем для российских участников.

Сопоставления спектральной плотности между парами условий «пустой экран» vs «свое лицо», «пустой экран» vs «чужое лицо», «свое лицо» vs «чужое лицо» для обобщенной группы из всех участников без учета их национальности и пола выявило статистически значимые различия преимущественно в диапазоне альфа-2-ритма. Различия между нейтральным (пустой экран) и обоими социальными (как «свое», так и «чужое лицо») условиями были локализованы в пределах переднего хаба дефолт-системы (медиальная предлобная кора). В обоих случаях спектральная плотность альфа-ритма была выше для социального, чем для нейтрального условия. Различия между своим и чужим лицом были локализованы в пределах заднего хаба дефолт-системы (медиальная теменная кора) и выражались в большей спектральной плотности для своего, чем для чужого лица.

Межнациональные различия, без учета фактора пола и психологических различий, не были выявлены на ЭЭГ, записанной в интервалах между наблюдением пустого экрана, но были выявлены для интервалов между наблюдением как своего, так и чужого лица. Для случая своего лица различия выявлены в диапазоне альфа-2-ритма в заднем хабе дефолт-системы (у китайских участников спектральная плотность выше, чем у российских), но в диапазоне гамма-ритма в переднем хабе дефолт-системы у российских участников спектральная плотность выше, чем у китайских. Для условия «чужое лицо» в переднем хабе дефолт-системы у российских участников была выявлена большая плотность источников как альфа-, так и гамма-ритмов, тогда как для китайских участников большая спектральная плотность выявлена в височной коре. Таким образом, наш результат в целом подтверждает вывод Г.Г. Князева с коллегами (2012) о наличии межнациональных различий в работе переднего и заднего хабов дефолт-системы.

В группе российских испытуемых оценки коллективизма коррелировали с показателями мозговой активности только для условия «чужое лицо». Эти корреляции затрагивали задний хаб дефолт-системы. Наоборот, в группе китайских испытуемых коллективизм оказался психологической метрикой, для которой были найдены множественные достоверные корреляции для всех трех экспериментальных условий и одновременно нескольких частотных диапазонов. Большинство значимых корреляций в китайской группе найдено для мозговых структур из переднего (медиальная лобная, медиальная префронтальная кора) хаба дефолт-системы. Таким образом, мы подтверждаем гипотезу, что различия в активности дефолт-системы между российскими и китайскими испытуемыми обусловлены в основном их различиями по показателю коллективизма.

В целом, благодаря предложенной в этом исследовании новой экспериментальной модели, нам удалось подтвердить гипотезу Г.Г. Князева с коллегами (2012) о том, что межкультурные различия в активности дефолт-системы у китайских и российских участников ассоциированы с их различиями в показателях коллективизма.

В результате исследования мы осуществили начальный этап разработки комплексной нейровычислительной технологии сбора и анализа психологических и физиологических данных, позволяющей исследовать динамику обработки самореферентной информации в зависимости от культурологической специфики участников обследования. Разработанный нами программно-аппаратный модуль включен в интегрированную цифровую платформу «Биоинформатика и системная компьютерная биология», разрабатываемую в ИЦиГ СО РАН в рамках бюджетного проекта № FWNR-2022-0020. Можно ожидать, что полученный подход будет в дальнейшем совмещен с результатами нейрокомпьютерных исследований на основе обработки фМРТ (Naxby et al., 2001) или с данными психогенетических исследований. Например, для части наших испытуемых были собраны данные, касающиеся их однонуклеотидных полиморфизмов в локусах нейротрансмиттерных систем мозга (Ivanov et al., 2022). Поэтому результаты психологических и нейрофизиологических исследований могут быть сопоставлены с генетическими особенностями участников. Кроме того, для классификации участников на подгруппы, ассоциированные с разным уровнем стресса, могут быть использованы сверточные нейронные сети, использующие метрики ЭЭГ в качестве входных параметров (Fu et al., 2023).

## Заключение

1. Электрическая активность мозга, записанная в интервалах функционального покоя, следующих за стимуляцией, различается для условий после предъявления участникам нейтральной, самоотнесенной или отнесенной к другим людям информации. Такая зависимость проявляется в показателях спектральной плотности альфа-2-ритма в корковых областях, входящих в состав дефолт-системы мозга.
2. Функциональная активность дефолт-системы у китайских и российских испытуемых различается в интервалах покоя, следующих за наблюдением субъек-

отнесенных стимулов, но не различается для интервалов, следующих за наблюдением пустого экрана. Функциональная активность в переднем и заднем хабе дефолт-системы существенно зависит от национальной принадлежности участников.

3. Функциональная активность переднего хаба дефолт-системы ассоциирована с показателями коллективизма у китайских, но не у российских участников.

## Ограничения

1. При записи ЭЭГ не регистрировалась ЭМГ скальпа, определяющая психоэмоциональное напряжение. Хотя нами была выполнена процедура вычисления и удаления усредненного референта, можно допустить, что эффекты личностных черт и национальности в диапазонах гамма- и бета- ритмов связаны не только с мозговой, но и с мышечной активностью.
2. Нами выбраны стандартные, а не индивидуальные, границы частотных диапазонов, что может снизить точность выявления персонализированных ЭЭГ-коррелятов когнитивных процессов, особенно для альфа-ритма. К сожалению, выбранный нами программный пакет не позволяет анализировать спектральную плотность в индивидуальных диапазонах.
3. Хотя все участницы женского пола были опрошены перед обследованием для установления у них недели месячного цикла, мы не учитывали психоэндокринологический фактор флуктуации гормонального состояния у женщин при анализе результатов ЭЭГ, что могло снизить точность сделанных выводов.

Мы принимаем все перечисленные ограничения и постараемся учесть их в дальнейших исследованиях.

## Список литературы / References

- Савостьянов А.Н., Вергунов Е.Г., Сапрыгин А.Е., Лебедин Д.А. Апробация технологии оценки мимики лиц для изучения динамики функциональных состояний человека в ЭЭГ-парадигме покоя. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2022;26(8): 765-772. doi 10.18699/VJGB-22-92 [Savostyanov A.N., Vergunov E.G., Saprygin A.E., Lebedkin D.A. Validation of a face image assessment technology to study the dynamics of human functional states in the EEG resting-state paradigm. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selekcii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2022;26(8):765-772. doi 10.18699/VJGB-22-92]
- Ханин Ю.Л. Краткое руководство к шкале реактивной и личностной тревожности Ч.Д. Спилбергера. Ленинград, 1976 [Khanin Y.L. A Brief Guide to the C.D. Spielberger State and Trait Anxiety Scale. Leningrad, 1976 (in Russian)]
- Яковлева Е. Теория референции и теория психосистематики. *Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена*. 2011;131:226-233 [Yakovleva E.V. Theory of reference and theory of psychosystematics. *Izvestiia Rossiiskogo Gosudarstvennogo Pedagogicheskogo Universiteta im. A.I. Gertsena = Izvestia: Herzen University Journal of Humanities and Sciences*. 2011;131:226-233 (in Russian)]
- Beck A.T., Steer R.A., Brown G.K. Manual for the Beck Depression Inventory II. San Antonio, TX: Psychological Corporation, 1996
- Bradley K.A., Colcombe S., Henderson S.E., Alonso C.M., Milham M.P., Gabbay V. Neural correlates of self-perceptions in adolescents with major depressive disorder. *Dev. Cogn. Neurosci.* 2016; 19:87-97. doi 10.1016/j.dcn.2016.02.007

- Cross S.E., Bacon P.L., Morris M.L. The relational-interdependent self-construal and relationships. *J. Pers. Soc. Psychol.* 2000;78(4): 791-808
- Delorme A., Makeig S. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *J. Neurosci. Methods.* 2004;134(1):9-21. doi 10.1016/j.jneumeth.2003.10.009
- Fu X., Tamozhnikov S.S., Saprygin A.E., Istomina N.A., Klemeshova D.I., Savostyanov A.N. Convolutional neural networks for classifying healthy individuals practicing or not practicing meditation according to the EEG data. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding.* 2023;27(7):851-858. doi 10.18699/VJGB-23-98
- Haxby J.V., Gobbini M.I., Furey M.L. Distributed and overlapping representations of faces and objects in ventral temporal cortex. *Science.* 2001;293(5539):2425-2430. doi 10.1126/science.1063736
- Hu C., Di X., Eickhoff S.B., Zhang M., Peng K., Guo H., Sui J. Distinct and common aspects of physical and psychological self-representation in the brain: a meta-analysis of self-bias in facial and self-referential judgements. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2016;61:197-207. doi 10.1016/j.neubiorev.2015.12.003
- Ivanov R., Kazantsev F., Zavarzin E., Klimenko A., Milakhina N., Matushkin Y.G., Savostyanov A., Lashin S. ICBrainDB: an integrated database for finding associations between genetic factors and EEG markers of depressive disorders. *J. Pers. Med.* 2022;12(1):53. doi 10.3390/jpm12010053
- Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Volf N.V., Liou M., Bocharov A.V. EEG correlates of spontaneous self-referential thoughts: a cross-cultural study. *Int. J. Psychophysiol.* 2012;86(2):173-181. doi 10.1016/j.ijpsycho.2012.09.002
- Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Bocharov A.V., Tamozhnikov S.S., Saprygin A.E. Task-positive and task-negative networks and their relation to depression: EEG beamformer analysis. *Behav. Brain Res.* 2016;306:160-169. doi 10.1016/j.bbr.2016.03.033
- Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Bocharov A.V., Levin E.A., Rudych P.D. Intrinsic connectivity networks in the self- and other-referential processing. *Front. Hum. Neurosci.* 2020;14:579703. doi 10.3389/fnhum.2020.579703
- Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Bocharov A.V., Saprygin A.E. Representational similarity analysis of self-versus other-processing: effect of trait aggressiveness. *Aggress. Behav.* 2024;50(1):e22125. doi 10.1002/ab.22125
- Markus H.R., Kitayama S. Culture and the self: implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychol. Rev.* 1991;98(2):224-253. doi 10.1037/0033-295X.98.2.224
- Neff K.D., McGehee P. Self-compassion and psychological resilience among adolescents and young adults. *Self Identity.* 2010;9(3):225-240. doi 10.1080/15298860902979307
- Northoff G., Bermpohl F. Cortical midline structures and the self. *Trends Cogn. Sci.* 2004;8(3):102-107. doi 10.1016/j.tics.2004.01.004
- Northoff G., Heinzel A., De Greck M., Bermpohl F., Dobrowolny H., Panksepp J. Self-referential processing in our brain – a meta-analysis of imaging studies on the self. *NeuroImage.* 2005;31(1):440-457. doi 10.1016/j.neuroimage.2005.12.002
- Pascual-Marqui R.D. Standardized low-resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA). Technical details. *Methods Find. Exp. Clin. Pharmacol.* 2002;24(Suppl.D):5-12
- Quevedo K., Harms M., Sauder M., Scott H., Mohamed S., Thomas K.M., Schallmo M.-P., Smyda G. The neurobiology of self face recognition among depressed adolescents. *J. Affect. Disord.* 2018; 229:22-31. doi 10.1016/j.jad.2017.12.023
- Raichle M.E. The brain's default mode network. *Annu. Rev. Neurosci.* 2015;38:433-447. doi 10.1146/annurev-neuro-071013-014030
- Singelis T.M. The measurement of independent and interdependent self-construals. *Personality Social Psychol. Bull.* 1994;20(5):580-591. doi 10.1177/0146167294205014
- Spielberger C.D., Gorsuch R.L., Lushene R.E. Manual for the State-Trait Anxiety Inventory. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, 1970

---

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

Поступила в редакцию 05.10.2024. После доработки 12.11.2024. Принята к публикации 13.11.2024.