

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
НЕЙРОНАУК И МЕДИЦИНЫ»**

*На правах рукописи*

**МЕРКУЛОВА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСЕЕВНА**

**ЭЭГ-КОРРЕЛЯТЫ РЕАКТИВНОГО СОЦИАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ  
ЧЕЛОВЕКА**

19.00.02. – психофизиология

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:  
доктор биологических наук, доцент  
Князев Геннадий Георгиевич

Новосибирск – 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....	4
ВВЕДЕНИЕ .....	6
<b>ГЛАВА 1. НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ СОЦИАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА .....</b>	<b>16</b>
1.1. РЕАКТИВНОЕ СОЦИАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ .....	16
1.2. СОЦИАЛЬНАЯ НЕЙРОНАУКА (SOCIAL NEUROSCIENCE), СОЦИАЛЬНЫЙ МОЗГ.....	19
1.2.1. <i>Роль отдельных структур мозга в организации социального поведения человека</i> .....	21
1.2.1.1. Социальный мозг.....	21
1.2.1.2. «Theory of mind» или « теория психического».....	22
1.2.1.3. Правый височно-теменной узел (RTPJ).....	24
1.2.1.4. Медиальная префронтальная кора (mPFC) .....	25
1.3. СЕТИ ПОКОЯ.....	26
1.3.1. <i>Сеть пассивного режима работы мозга</i> .....	28
1.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЦИАЛЬНОГО МОЗГА.....	30
1.4.1. <i>Различные методы регистрации активности головного мозга.</i> .....	30
1.4.2. <i>Методы обработки электрических сигналов мозга</i> .....	31
1.4.2.1. Спектральные пертурбации, связанные с событиями.....	32
1.4.2.2. Анализ независимых компонентов.....	33
1.4.3. <i>Электроэнцефалографический метод изучения социального</i> .....	33
1.4.4. <i>Осциляторная активность мозга</i> .....	36
1.4.5. <i>Частотно-временные характеристики процессов социального взаимодействия.</i> .....	37
1.4.6. <i>Связь личности, восприятия эмоций и нейрофизиологических аспектов социального поведения.</i> .....	43
1.4.6.1. Распознавание базовых эмоций по выражениям лиц. ....	43
1.4.6.2. Оценка черт личности и их связи с поведением.....	44
<b>ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....</b>	<b>49</b>
2.1. ИСПЫТУЕМЫЕ.....	50
2.2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ. ....	50
2.2.1. <i>Схема эксперимента с регистрацией ЭЭГ и заполнением опросников</i> .....	50
2.2.2. <i>Запись и обработка ЭЭГ</i> .....	53
2.3. ЛОКАЛИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ, 3D-РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭЭГ-СИГНАЛА.....	53
2.4. МНОГОУРОВНЕВЫЙ АНАЛИЗ ОПОСРЕДОВАНИЯ.....	57
2.5. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ .....	68
2.5.1. <i>Test-retest</i> .....	68
2.5.1.1. Параметры поведения.....	71
2.5.1.2. Анализ надежности .....	71
2.5.1.3. Согласованность (Agreement) .....	71
<b>ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....</b>	<b>73</b>
3.1. РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ С ТРЕМЯ ТИПАМИ СТИМУЛОВ .....	73
3.2. РЕАКТИВНЫЙ И НЕРЕАКТИВНЫЙ ОТВЕТ В ТЕТА-ДИАПАЗОНЕ .....	77
3.2.1. <i>Многоуровневый медиационный анализ для реактивного ответа</i> .....	77
3.2.2. <i>Многоуровневый медиационный анализ для нереактивного ответа</i> .....	82
3.3. НАДЕЖНОСТЬ ЭКСПЕРИМЕНТА .....	83
<b>ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ .....</b>	<b>85</b>
4.1. НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ СВЯЗ ЛИЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И СОЦИАЛЬНОГО РЕАКТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ .....	85
4.2. ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЛИЧНОСТИ И РЕАКЦИЕЙ .....	88
4.3 ПРОВЕРКА НАДЕЖНОСТИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА «TEST-RETEST RELIABILITY».....	91
<b>ВЫВОДЫ .....</b>	<b>92</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>93</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>133</b>
Приложение 1.....	133
Приложение 2.....	134

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	159
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	160
ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	161
ПРИЛОЖЕНИЕ 6.....	162
ПРИЛОЖЕНИЕ 7.....	171
ПРИЛОЖЕНИЕ 8.....	177
ПРИЛОЖЕНИЕ 9.....	179
ПРИЛОЖЕНИЕ 10.....	180
ПРИЛОЖЕНИЕ 11.....	181

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АНК – ICA, Independent Component Analysis, анализ независимых компонентов
- ВССВ – виртуальная среда социального взаимодействия
- МЭГ – магнитоэнцефалография
- ПБ – Поле Бродмана, Brodmann Area
- ТМС – транскраниальная магнитная стимуляция
- СССП – ERSP, event-related spectral perturbations, связанные с событиями спектральные пертурбации
- фМРТ – функциональная магнитно-резонансная томография
- ЭЭГ – электроэнцефалография
- BAS – Behavioral Activation System, система поведенческой активации
- BIS – Behavioral Inhibition System, система поведенческого торможения
- DMN – Default Mode Network, сеть пассивного режима работы мозга
- ICC – Intraclass Correlation Coefficient, внутриклассовый коэффициент корреляции
- fNIRS – functional Near-Infrared Spectroscopy, функциональная спектроскопия в ближней инфракрасной области
- R-fNIRS – Rest fNIRS, функциональная спектроскопия в ближней инфракрасной области в состоянии покоя
- FWER – Family-Wise Error Rate, групповая вероятность ошибки первого рода
- PFC – Prefrontal Cortex, префронтальная кора головного мозга
- mPFC – medial PFC, медиальная префронтальная кора головного мозга
- vmPFC – ventromedial PFC, вентромедиальная префронтальная кора
- dmPFC – dorsomedial PFC, дорсомедиальная префронтальная кора
- RISC – Resilience Scale, шкала устойчивости
- rNEG – группа испытуемых с отрицательным коэффициентом опосредования (медиации)
- rPOS – группа испытуемых с положительным коэффициентом опосредования (медиации)
- RST – Reinforcement Sensitivity Theory, «теория чувствительности к подкреплению»
- SCS – Self-Constraint Scale, шкала самостоятельности
- sogICA – self-organizing group independent component analysis, самоорганизующийся групповой анализ независимых компонентов
- STAI – State-Trait Anxiety Inventory, опросник тревожности
- ТоМ – Theory of Mind, теория психического
- ТПЖ – Temporo-Parietal Junction, темпоропарипетальный узел
- RTPJ – Right TPJ, правый темпоропарипетальный узел

...исследовательский дух ученого не может остановиться на абстрактной формуле поведения  $S \rightarrow R$  (стимул-реакция), в которой между стимулом и реакцией существует «черная дыра». В ней в полном мраке похоронены не только когнитивно-психологические компоненты поведения, но и их нейрофизиологические механизмы.

*В.А. Роменец, И.П. Маноха История психологии XX века*

## ВВЕДЕНИЕ

### *Актуальность исследования*

Социальные взаимодействия играют важную роль в жизни как отдельно взятого человека, так и общества в целом. Изучение активности мозга при социальных взаимодействиях (Baron-Cohen et al., 1985; Adolphs, 1999) позволяет лучше понять нейрофункциональную основу разнообразных патологических состояний (таких как аутизм, депрессия, синдром дефицита внимания и др.), а также в будущем совершенствовать методы диагностики и коррекции упомянутых состояний [эпилепсии (Miano, Peraita-Adrados, 2013), аутизма (Baron-Cohen et al., 1985; Khreisat, 2011; Khreisat, 2012; Grossi et al., 2017), депрессии (Лапин, Алфимова, 2014; Zelenina, Prata, 2019), синдрома дефицита внимания (Zhang et al., 2017)]. Способность человека правильно интерпретировать действия и намерения окружающих позволяет ему эффективно взаимодействовать с людьми, быстро адаптироваться в социальной среде, быть благополучным в личной жизни, а кроме того обеспечивает эффективную работу коллектива (Cozolino, 2014).

Широкое распространение нашла теория, согласно которой социальное взаимодействие – это основной фактор, который в процессе эволюции формировал человеческий мозг. Эту теорию подтверждают обширные исследования в целом ряде научных областей: палеоантропологии, археологии, этнографии, лингвистики и, в частности, нейрофизиологические исследования в приматологии (Barrett, Henzi, 2005). Именно взаимодействие в социуме привело к появлению присущих человеку когнитивных способностей (Fiske, Taylor, 1991; Leyens et al., 1994; Hogg, Abrams, 1999), появлению и развитию языка, как средства коммуникации (Van Dijk, 1990; Semin, Fiedler, 1992; Gibson et al., 1993), абстрактного мышления (Förster et al., 2004). Человеческое сознание, в том виде, как мы его сейчас понимаем, есть продукт развития механизмов коммуникации между людьми (Goffman, 1955; Kraut, Higgins, 1984; Leyens et al., 1994).

Изучение социального поведения начали с исследований на животных, т.к. это намного проще, и выяснилось, что у приматов объем неокортекса положительно коррелирует со средним размером социальной группы (Barrett, Henzi, 2005), кроме того выявлены области, занятые исключительно анализом социальных взаимодействий (Sliwa, Freiwald, 2017). Гипотеза о социальном мозге (или макиавелловом интеллекте) была предложена для объяснения необычайно большого мозга приматов: в ней утверждается, что когнитивные требования жизни в сложно связанных социальных группах выбраны для увеличения исполнительного мозга (главным образом, неокортекса) (Dunbar, 2003).

Понимание причин и следствий поведения человека во время социальных

взаимодействий, или социального поведения – фундаментальная задача, которая представляет неизменный интерес для многих разделов нейронауки: нейрофизиологии (Brothers, 1995; Brothers, 2002), социальной нейронауки (Cacioppo et al., 2011a), когнитивной нейронауки (Palmeri et al., 2017; Liu et al., 2017b; Gegenfurtner et al., 2017), эмоциональной неврологии (Panksepp, 2004) и пр.

При социальном взаимодействии выделяют два типа поведения: проактивное и реактивное поведение, различающиеся вкладом волевой компоненты. Проактивный тип поведения, при котором действия вырабатываются в результате целеполагания (Raine, 2002; Miller, Lynam, 2006; Gibbons et al. 2004; Ohtomo, Hirose, 2007; Hubbard et al., 2010; Brugman et al., 2015) сложен для моделирования. Не менее интересный, но, тем не менее, слабоизученный тип поведения – реактивное поведение, т.е. действия, возникающие спонтанно в ответ на внешний стимул (триггер), непреднамеренно, на подсознательном уровне, на основе ситуационных факторов (Kempes et al., 2005; Lickley, Sebastian, 2018; Knyazev et al., 2019). В отличие от проактивного поведения реактивный тип проще в постановке эксперимента и более управляем, что и обуславливает практический и теоретический интерес к реактивному типу поведения.

В настоящее время основной подход к исследованию реактивного поведения – наблюдение за реакцией испытуемых и последующая интерпретация полученных данных. Большинство исследований направлено на изучение агрессивного поведения. Установлено, что реактивное агрессивное поведение, или реактивная агрессия, выполняет защитную функцию и проявляется в случаях недостатка информации о намерениях партнера по социальному взаимодействию, которому, как правило, атрибутируются агрессивные цели, тогда как проактивная агрессия – это средство манипуляции, которое направлено на достижение контроля над поведением партнера, принуждение его к определенным действиям (Dodge, Coie, 1987). Реактивная агрессия положительно коррелирует с фактами курения, алкоголизма, наркомании в семье (Connor et al., 2004), склонностью к правонарушениям (Fite, Colder, 2007), склонностью к негативным эмоциям (Miller, Lynam, 2006; Vitaro et al., 2006a; Vitaro et al., 2006b), эмоциональной нестабильностью (Dodge et al., 1997), повышенным уровнем кортизола (Van Bokhoven et al., 2005) и преобладает в раннем возрасте (Connor et al., 2004). Реактивный тип агрессивного поведения имеет четкие психологические и психофизиологические корреляты, в частности, реактивная агрессия коррелирует с антисоциальностью и импульсивностью (Hecht, Lutzman, 2015). Выявлена положительная корреляция реактивной агрессии с гневливостью (склонностью быстро переходить к эмоции гнева и проявлять недовольство) испытуемого (Veenstra et al., 2018).

Другие виды реактивного социального взаимодействия, в частности, дружественное реактивное поведение (реактивная дружелюбность), изучены мало (Poulin, Voivin, 2000). Исследования ведутся в парадигме стимул-реакция (Ménoget et al., 2014), а нейрофизиологические процессы, происходящие при этом, остаются неизученными.

В первую очередь это связано с отсутствием подходящего инструментария, пригодного для адекватных нейрофизиологических исследований. Для решения этой проблемы в лаборатории дифференциальной психофизиологии создан уникальный инструмент – виртуальная среда социального взаимодействия (Knyazev et al., 2002; Knyazev et al., 2004; Knyazev et al., 2008; Knyazev et al., 2016; Knyazev et al., 2019). Виртуальная среда социального взаимодействия (ВССВ) представляет собой программно-аппаратный комплекс, который позволяет формировать аудио-визуальные стимулы, фиксировать реакцию испытуемого и регистрировать происходящие при этом нейрофизиологические процессы методами электроэнцефалографии. Принципиальное отличие ВССВ от предъявления эмоциональных выражений лица заключается в том, что испытуемый после предъявления лица должен выбрать реакцию – как он отреагировал бы в реальности на такое выражение лица. Использование ВССВ позволяет изучать реактивное поведение в широком ситуативном диапазоне несмотря на сложность модели социального взаимодействия (Schmidt, 2000), а получаемые в экспериментах ЭЭГ-данные способствуют проведению корреляции реактивного поведения как с амплитудно-частотными характеристиками мозговой активности, так и структурно-анатомическими (при использовании методов пространственной реконструкции).

К настоящему времени с помощью метода ЭЭГ-ВССВ выявлено, что реактивная дружелюбность характерна для общительных испытуемых, в то время как люди с высокой тревожностью предпочитают стратегию уклонения как от конфронтации, так и от кооперации с партнером по социальному взаимодействию (Knyazev et al., 2015).

Таким образом, изучение нейрофизиологических процессов, возникающих при реактивном социальном взаимодействии, методами электроэнцефалографии, актуально как в силу малоизученности вопроса, так и в силу значимости получаемых при этом знаний.

### ***Степень разработанности темы исследования***

Несколько открытий, сделанных в последние 30 лет, изменили подход к проблеме социального поведения, что привело к появлению новой дисциплины – социальной нейронауки (Cacioppo et al., 2011a).

Открытие в начале двухтысячных годов сети пассивного режима работы мозга (так



называемая сеть режима по умолчанию, default mode network, DMN), активной в моменты, когда человек не выполняет задач, связанных с внешним миром, и снижающей активность при целенаправленных действиях (Buckner et al., 2008; Raichle et al., 2001) привело к возможности объективной количественной оценки «рассредоточенности» (состояния, противоположного сосредоточенности). Описание модели психического состояния человека (иначе называемой «понимание чужого сознания», «теория намерений»; оригинальный термин - theory of mind, ТоМ – «теория сознания») (Wellman, 1992; Leslie, 1987; Gallagher, Frith, 2003), т.е. способности определять убеждения и желания другого человека, исходя из опыта или поведения партнера; осознание нетождественности собственного психического состояния и психического состояния партнера, - это шаг к научно-обоснованному пониманию процесса прогнозирования поведения партнера. И тем не менее понимание механизмов реактивного социального поведения, особенно его личностных коррелятов и нейронной основы, все еще очень ограничено.

Довольно многочисленны исследования в области агрессивного социального поведения: обнаружено различие между реактивной и проактивной агрессией. (Raine, 2002; Dodge, Coie, 1987; Hubbard et al., 2010; Miller, Lynam, 2006; Brugman et al., 2015; Hecht, Latzman, 2015; Portnoy, Farrington, 2015) и показано, что индивидуальные различия в реактивной агрессии связаны с проявлением гнева (Veenstra et al., 2018), тогда как индивидуальные различия в проактивной агрессии связаны с психопатическими личностными характеристиками (Cima, Raine, 2009). Однако другие виды социального взаимодействия, в частности дружественное реактивное социальное поведение, изучены недостаточно: имеются данные о положительной корреляции проактивной агрессии со склонностью к социальной изоляции (Poulin, Voivin, 2000), но другие аспекты дружелюбия и прочих личностных черт до сих пор не исследованы в контексте связи с реактивным взаимодействием.

Основная причина слабого изучения нейрофизиологической основы социального взаимодействия - трудность разработки экспериментальной модели, которая позволила бы изучать социальные взаимодействия в лаборатории. Для решения этой проблемы созданы различные модели социального взаимодействия, изначально – для проведения исследований на животных (Whiten, 2018), поскольку реальный эксперимент по социальному взаимодействию между людьми провести достаточно сложно. Одним из факторов, обуславливающих сложность проведения эксперимента по социальному взаимодействию между людьми, является то, что личность и пол экспериментатора оказывает влияние на испытуемого и, соответственно, влияет на результат эксперимента, и это необходимо учитывать (Wood, Kober, 2018; Разумникова, Брызгалов, 2005). Другой

фактор, приводящий к сложности проведения экспериментов по социальному взаимодействию между реальными людьми, - необходимость большого количества актеров для реалистичности проводимого сценария. Поэтому исследователи применяют косвенные модели социального взаимодействия, например, разработана парадигма обратной маскировки (backward masking paradigm) (Zhang et al., 2012), или существует виртуальная модель социального взаимодействия с предъявлением эмоциональных выражений лиц вместо реальных людей, что применимо для изучения социального поведения (Knyazev et al., 2011; Knyazev et al., 2012; Knyazev et al., 2013; Knyazev, 2014; Knyazev et al., 2015; Knyazev et al., 2016; Knyazev et al., 2017; Knyazev et al., 2018; Knyazev et al., 2019).

Последняя модель основана на том, что выражения лица играют важную роль в социальных взаимодействиях (Frith, 2009; Magai, McFadden, 1996; Adolphs, 1999, de Gelder, 2009), потому что они связаны с эмоциями – значимым фактором для процесса принятия решений о характере дальнейших социальных взаимодействий (Ekman, 1993; Knyazev et al., 2009). Эмоциональные выражения лица передают не только внутреннее состояние субъекта, но также передают информацию о потенциальном взаимодействии личностей, что является критическим фактором успешного взаимодействия между людьми (Knutson, 1996). Известно, что коррелятом процессов эмоциональной активации являются изменения мощности осцилляций мозга в тета-диапазоне (4-8 Гц), подробно исследованные в процессе распознавания и обработки мотивационно и эмоционально значимой информации (Basar, 1998; Basar, 1999), в том числе в ответ на эмоциональные выражения лиц (Zhang et al., 2012; Gonzalez-Roldan et al., 2011; Knyazev et al., 2009) и другие эмоциональные стимулы (Aftanas et al., 2003a; Aftanas et al. 2002; Güntekin, Basar, 2007a).

Проведенное ранее исследование влияния личностных переменных в модели социального взаимодействия выявило, что люди с высоким уровнем агрессивности, как правило, чаще выбирают атаку, в то время как общительные участники склонны к дружественному поведению, а люди с высокой тревожностью предпочитают избегание (Knyazev et al., 2008b; Knyazev et al., 2013). Такое поведение частично реактивно и частично нереактивно. Реактивный отклик связан с обработкой эмоций (т. е. идентификацией эмоциональной валентности предъявленного лица и выбором эмоционально-адекватного ответа), и можно предположить, что в ЭЭГ реактивная компонента будет проявляться в полосе частот тета диапазона, поскольку многие данные связывают эти колебания с эмоциональным возбуждением (Bekkedal et al., 2011; Güntekin, Başar, 2014; Knyazev et al., 2009; Князев с соавт., 2010; Aftanas et al., 2001, Aftanas et al.,

2004a). Проявление реактивного социального взаимодействия обусловлено личностными качествами индивидуума. Конформность (agreeableness) – это личностная характеристика, которая лучше других предсказывает отклонения в межличностных взаимодействиях (Graziano, Eisenberg, 1997). Конформность связана с альтруизмом и уступчивостью по отношению к другим людям, а ее отсутствие - с враждебностью, эгоистичностью, злобностью и ревностью (Goldsmith, Harman, 1994; Ode et al., 2008). Конформность коррелирует с социально-когнитивными показателями ToM (Nettle, Liddle, 2008) и наиболее сильно (по сравнению с четырьмя другими характеристиками личности) коррелирует с мерой социальной реактивности (Paulinus et al., 2012; Allen et al., 2017).

Множество исследований, направленных на изучение нейрофизиологических механизмов, лежащих в основе социального поведения (Hari, Kujala, 2009; Schultz, 2015) производилось как с применением ЭЭГ (Cohen et al., 2009), так и фМРТ (Haxby et al., 2002; Ochsner, Gross, 2005; Vanderwal et al., 2008). Проведенные исследования показали, что двумя наиболее важными областями мозга, выявленными в этих исследованиях, являются височно-теменная область (а именно – темпоропариетальный узел, temporo-parietal junction, TPJ) и медиальная префронтальная кора (medial prefrontal cortex, mPFC). Активность TPJ сопровождает формирование гипотез о целях, намерениях и убеждениях других людей (Saxe, 2006; Van Overwalle, Baetens, 2009), а mPFC, среди прочего, участвует в обобщении отличительных признаков других людей и формировании их образа (Harris et al., 2005; Mitchell, 2006).

Современное состояние исследований в области социальной нейронауки таково, что вклад личностных характеристик в социальное поведение, отличное от агрессии, практически неизвестен. Настоящая работа призвана восполнить существующий пробел в знаниях, касающихся нейрофизиологии реактивного социального поведения.

**Цель работы** – исследовать реактивное социальное поведение человека методами электроэнцефалографии с использованием виртуальной среды социального взаимодействия.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Исследовать роль осцилляторной электрической активности мозга в качестве медиатора связи между эмоциональной валентностью стимула и реакцией в процессе социальных взаимодействий.
2. Выяснить достоверную связь личностных черт с активностью психофизиологических процессов, проявляющихся при реактивном социальном поведении и опосредующих его.
3. Определить степень надежности получаемых экспериментальных данных в виртуальной среде социального взаимодействия.

## ***Научная новизна***

1. Впервые выявлено, что связь между эмоциональной валентностью стимула и поведенческой реакцией при реактивном социальном взаимодействии опосредуется (медируется) связанной с предъявлением стимула синхронизацией тета-ритма в правой височно-теменной области.
2. Впервые показано, что сила эффекта медиации, который проявляется в синхронизации тета-ритма в правой височно-теменной области, при реактивном социальном взаимодействии положительно связана с чертой конформности (agreeableness) в рамках пятифакторной модели личности.
3. Впервые обнаружен эффект медиации для нереактивного компонента поведения при социальном взаимодействии в левой первичной соматомоторной коре.

***Теоретическая значимость*** результатов исследования заключается в выявлении связи такого параметра личности как конформность, с психофизиологическим процессом, опосредующем реактивное социальное поведение, а также в уточнении функциональной специализации мозговых структур при социальном реактивном поведении (правой височно-теменной области и левой первичной соматомоторной коры).

***Практическая значимость*** результатов исследования состоит в возможности использования их для диагностики и контроля эффективности лечения патологий социального поведения, а также сокращение времени на проведение обработки ЭЭГ-данных в образовательном процессе и коллегами НИИНМ.

## ***Методология и методы исследования***

Исследование проведено в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины» (НИИНМ) в соответствии с принципами Хельсинской декларации и одобрено решением этического комитета НИИНМ.

В методологическом отношении для изучения нейрофизиологических механизмов у испытуемых применялись широко используемые в зарубежных и отечественных исследованиях методы многоканальной регистрации и анализа электрической активности мозга и стандартизированные личностные опросники.

Для решения поставленных задач во время экспериментов регистрировалась многоканальная ЭЭГ с последующим расчетом значений спектральной мощности источников электрической активности в определенных участках мозга в стандартных частотных диапазонах в зависимости от предъявляемого стимула. Обработка ЭЭГ данных осуществлялась с помощью программных пакетов в среде MATLAB (EEGLAB, Mediation

toolbox, SPM12, Neuroelf), программного комплекса sLORETA. Статистическую обработку данных проводили с использованием SPSS, SPM12, и sLORETA.

Экспериментальная база исследований – регистрация ЭЭГ-сигналов испытуемого в виртуальной среде социального взаимодействия (ВССВ), разработанной в лаборатории дифференциальной психофизиологии НИИИМ, и оценка маркеров факторов «большой пятерки» (опросник международного пула личностных вопросов, international personality item pool, IPIP). Методологическая основа исследований – многоуровневый анализ медиации, в котором независимая переменная – категория эмоционального стимула, медиатор – спектральная мощность источников мозговой активности, а зависимая переменная – поведенческая реакция на стимул.

Перечень использованных методов:

1. Регистрация ЭЭГ в ВССВ.
2. Первичная обработка полученных данных (устранение артефактов, унификация, интерполяция) библиотеками программных пакетов MATLAB (EEGLAB, Mediation toolbox, SPM12, Neuroelf).
3. Локализация источников ЭЭГ активности с помощью пакета sLoreta.
4. Медиационный анализ полученных данных (multilevel mediation analysis toolbox MATLAB).
5. Статистический анализ методами статистического параметрического картирования с помощью пакета программ SPM12.
6. Регрессионный анализ (метод линейной регрессии, SPSS Statistics).
7. Многофакторный дисперсионный анализ (метод ANOVA, SPSS Statistics).
8. Надежность данных, получаемых в ВССВ (метод test-retest reliability, SPSS Statistics).
9. Методы структурного программирования для создания сценариев (scripts) групповой обработки данных в пакете программ MATLAB.

***Положения, выносимые на защиту:***

1. Установлена связь между эмоциональными стимулами и поведенческой реакцией при реактивном поведении, которая опосредуется тета-активностью в правой височно-теменной области коры. Связанная с событиями тета-активность возрастает по мере усиления угрозы для испытуемого, и это увеличение связано с повышенной вероятностью более агрессивного поведенческого ответа.
2. Установлена положительная связь эффекта медиации с личностной чертой «конформность» (agreeableness) из пятифакторной модели личности.
3. Установлено, что данные, полученные с помощью ВССВ, имеют степень надежности ранга “хорошая” в соответствии с методикой test-retest reliability.

Результаты, выносимые на защиту, соответствуют паспорту специальности 19.00.02 - психофизиология в пп. «Психическое явление как форма существования индивидуального сознания и его физиологическое основание», «методы картирования структур и функций мозга в психофизиологии», «компьютерное обеспечение психофизиологического эксперимента».

**Публикации.** По результатам исследования опубликовано 20 работ. Из них 5 статей в рецензируемых журналах из списка ВАК (4 индексируются в Scopus, 3 в Web of Science).

#### ***Степень достоверности и апробация результатов***

Достоверность полученных в исследовании результатов обеспечена проведением экспериментальных тестов в соответствии с принятыми стандартами и достаточным количеством объектов исследования.

Основные результаты работы были представлены на трех международных и двух Российских научных мероприятиях: на Ежегодной Международной конференции «ОНВМ 2018» (Сингапур, 2018), 19-ом мировом конгрессе по психофизиологии Международной организации психофизиологии (Лукка, Италия, 2018). Международной научной конференции «Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2017» (Новосибирск, 2017), Молодежной конкурс-конференции «Оптические и информационные технологии», 2017 (Новосибирск, 2017).

#### ***Объем и структура диссертации***

Диссертация изложена на 132 страницах текста, включает 21 рисунок и 7 таблиц, состоит из введения, обзора литературы, описания методов исследования, изложения результатов собственных исследований, их обсуждения, заключения, выводы и списка литературы, включающего 514 работ (из них 15 отечественных). Дополнительные материалы содержат 11 приложений (образцы анкет испытуемых, промежуточные и вспомогательные материалы, и акты о внедрении, подтверждающие практическую ценность проведенного исследования) общим объемом 50 страниц.

#### ***Личный вклад автора***

Представленные в диссертационном исследовании результаты были получены автором либо лично, либо при его непосредственном участии.

Участие в сборе данных.

Первичная обработка ЭЭГ данных.

Численная обработка и установление связь индивидуальных различий в процессах реактивного поведения с личностью, с параметрами «большой пятерки».

Локализация участков мозга, участвующих в реактивном социальном взаимодействии, и характер связанных с этим изменений спектральной мощности.

Обнаружение и анализ эффекта опосредования (эффекта медиации).

Выявление высокой степени надежности получаемых экспериментальных данных в соответствии с критерием test-retest reliability.

Разработка пакета программ для групповой обработки ЭЭГ-данных.

Участие в написании статей, в том числе, в качестве ответственного автора.

*Автор выражает благодарность* за помощь в исследовании коллегам: д.ф.н. Александру Николаевичу Савостьянову, к.б.н. Андрею Викторовичу Бочарову, Надежде Васильевне Дмитриенко и всем участникам исследования.

## **ГЛАВА 1. НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ СОЦИАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Жить в обществе – значит быть зависимым от него. Ведь человеку просто необходимо вступать во взаимодействие с различными общественными структурами или просто людьми для удовлетворения своих разнообразных потребностей, физиологических, косметических, интеллектуальных, продовольственных, приходится участвовать в совместной деятельности, реализующей различные общественные отношения (производства, потребления, распределения, обмена и другие). В течение всей своей жизни человек может являться объектом социальных взаимодействий, либо сам инициировать оные.

В целом, выделяют три ведущих типа социального взаимодействия: «склонность к отстранению», «склонность к агрессивности», «стремление к установлению контакта/общению» (Kagan, 2001; Cloninger, 1994).

При социальном взаимодействии всегда приходится принимать решение о том, как взаимодействовать с партнером. Процесс принятия решений вовлекает в себя целый каскад структур мозга и в свете социальных взаимодействий это разнообразие мозговых структур может принимать разные оттенки цвета, где каждый цвет соответствует личностной характеристике, например. Это говорит о многогранности взаимодействующих индивидуумов, ведь могут активизироваться различные участки мозга, отвечающие, к примеру, за личностные характеристики.

### **1.1. Реактивное социальное поведение**

Существует два типа принятия решений: реактивный процесс, включающий непреднамеренное принятие решения, основанное на ситуационных факторах, и преднамеренный процесс, включающий целенаправленное принятие решения, основанное на установочных факторах (Gibbons et al., 2004; Ohtomo, Hirose, 2007). Реагирование на внешние события, раздражители называют реактивным поведением (Fernández, Díaz, 1995), а формирование ответной реакции внутри своего мира – проактивным поведением (Wu et al., 2018).

Реактивное поведение предопределяется непосредственно поведением партнера, тогда как неактивное поведение зависит от множества внутренних факторов, включая цели и намерения индивидуума, его личностные характеристики, способность концентрировать внимание и т. д. Соответствующее реактивное поведение необходимо для успешных социальных взаимодействий, но оно требует умения и желания обратить внимание и правильно интерпретировать вербальные и невербальные сигналы от



партнера, и подобающим образом вести себя (Majid et al., 2010). Приоритет личности или ситуации в принятии решения - предмет дебатов со времен ставшей классической книге Уолтера Мишеля «Личность и диагностика» (Mischel, 1968): есть сторонники приоритета ситуации (Mischel, Shoda, 1995; Mischel, Shoda, 2008) и приоритета личности (Van Mechelen, 2009; Andersen, Thorpe, 2009). В действительности обе предпосылки верны (Fleeson, 2004), поскольку эти два фактора (личность человека и сложившаяся ситуация) не являются взаимоисключающими, но сложным образом взаимодействуют друг с другом (Schmitt et al., 2013). Более того, влияние ситуации на поведение сильно зависит от того, как эта ситуация воспринимается и интерпретируется индивидуумом, что, в свою очередь, зависит от его личности (Rauthmann et al., 2015).

Таким образом, реактивное (приоритет ситуации) и неактивное (приоритет личности) поведение разделяет огромная пропасть, и каждый вид поведения служит своей цели и задаче.

Реактивное поведение часто используют в маркетинговых ситуациях, когда покупатель взаимодействует с продавцом вживую, либо по интернету (Fernández, Días, 1995), и нужно быстро реагировать, что часто используют мошенники (Brody et al., 2019). В педагогической литературе обычно подчеркивается важность проактивности, а не реактивности: предполагается, что реактивных людей контролируют обстоятельства или окружающая среда, тогда как проактивные люди сами выбирают, как они будут реагировать (Page, Page, 2003). Тем не менее, некоторые виды реактивного поведения необходимы для успешного социального взаимодействия и сотрудничества (Llewellyn et al., 2018; Roberts, 2019).

Другая область, где актуально изучение реактивного и проактивного поведения, связана с агрессией. Реактивное агрессивное поведение - это враждебный акт, проявляющийся в ответ на предполагаемую угрозу или провокацию, тогда как проактивное агрессивное поведение - это неспровоцированный акт, создающий агрессию и имеющий целью влияние на других (Dodge, Coie, 1987). Оба типа агрессивного поведения имеют четкие психологические и психофизиологические корреляты (Hecht, Latzman, 2015; Portnoy, Farrington, 2015). Так, индивидуальные различия в реактивной агрессии связаны с проявлением гнева (Veenstra et al., 2018), тогда как индивидуальные различия в проактивной агрессии связаны с психопатическими личностными характеристиками (Cima, Raine, 2009).

Измерение индивидуальных характеристик личности производят с помощью модели личности – «большой пятерки» (Big Five), которую составляют такие черты личности как конформность, нейротизм, добросовестность, экстраверсия и открытость

опыту (McCrae, Costa, 2003). Каждый человек, в зависимости от черт его личности, предрасположен к выбору одного из основных типов взаимодействия (Murberg et al., 2002; Penley, Tomaka, 2002; Caspi, Shiner, 2006; Elliot, Thrash, 2010; Worth, Book, 2014). Принято считать, что люди более склонные к общению обладают такими качествами, как дружелюбность, умение находить общий язык с партнером, способность понимать эмоциональные состояния других людей, специфику социальных ситуаций (Motowidlo et al., 2006).

Исследования связи агрессивности и личностных черт «большой пятерки» показали, что люди с низкой степенью конформности и с высоким уровнем нейротизма более агрессивны и жестоки (Barlett, Anderson, 2012). Нейрофизиологически личностные свойства нейротизм и экстраверсия связаны с деятельностью преимущественно передне-фронтальной области коры левого полушария (Разумникова, 2004а).

Исследования агрессии чрезвычайно важны из-за очень высоких издержек агрессивного и насильственного поведения в современном обществе, но агрессия – это лишь малая часть реактивного социального поведения. Тем не менее реактивность и проактивность изучаются практически только в аспекте агрессии, тогда как другие сферы, включающие дружелюбность изучены явно недостаточно. Например, можно ожидать, что по аналогии с агрессией дружелюбие также может быть реактивным и проактивным, и эти два компонента могут иметь разные психологические предикторы, но эмпирических данных, подтверждающих это утверждение нами не найдено (Hilbig et al., 2013).

Ряд сходств можно обнаружить в реактивном и кооперативном поведении (Kaartinen et al., 2019). Эксперименты с экономическими играми показали, что автоматические, интуитивно понятные процессы поддерживают кооперацию в одноразовых играх, и аналогичные процессы определяют поведение при реактивности (Rand, Nowak, 2013). Как при мгновенном реагировании, что характерно для реактивного поведения, так и для кооперативного взаимодействия требуется умение и готовность обращать внимание и правильно интерпретировать вербальные и невербальные сигналы партнера по взаимодействию, и соответствующим образом выстраивать собственное поведение. Таким образом, невербальные эмоциональные сигналы, такие как выражение лица, могут влиять как на реактивное, так и на кооперативное поведение (Krumhuber et al., 2007). Изучение социальных взаимодействий в модели «дилемма заключенного» («Prisoner's Dilemma») показало, что альфа-активность ЭЭГ в правой височно-теменной области значительно различалась между двумя ситуациями, характеризующими примет ли человек стратегию «сотрудничества» (партнеры располагались лицом к лицу) или стратегию «избегания» (лицо одного из партнеров скрывали) (Jahng et al., 2017). Другое

исследование, использующее функциональную спектроскопию в ближней инфракрасной области во время экономической игры, показало увеличение синхронизации мозга между личностями во время взаимодействия лицом к лицу («сотрудничество») в правом височно-теменном узле (right temporoparietal junction, RTPJ) (Tang et al., 2016), что характеризует RTPJ как область мозга, вовлеченную в обработку информации, касающейся социального взаимодействия. Межиндивидуальные различия в кооперативном поведении имеют значительный генетический компонент (Cesarini et al., 2008) и среди всех личностных аспектов наиболее сильно коррелируют с конформностью (Pothos et al., 2011; Zhao, Smillie, 2015). Например, при выборе реакции «сотрудничать» в стандартной модели «дилемма заключенного» исследователи обнаружили корреляцию конформности с группой людей, которые выбирают именно реакцию по сотрудничеству, в то время как оптимальной реакцией было бы отступление (Pothos et al., 2011).

Социальное и эмоциональное поведение человека тесно взаимосвязаны (Ochsner, Gross, 2007; Ochsner, Gross, 2008). Это особенно касается реактивного компонента социального поведения: так, известно, что реактивная агрессия, в отличие от проактивной агрессии, является результатом слабой регуляции эмоциональных всплесков (Coccaro et al., 2011), а одним из видов реактивного социального поведения является изменение выражения лица в ответ на выражения лица партнера по взаимодействию (Ardizzi et al., 2014; Fujimura, Okanoya, 2016; Künecke et al., 2018; Philip et al., 2018).

Настоящий обзор литературы сконцентрирован на рассмотрении нейрофизиологических исследований социального реактивного поведения в виртуальной модели эксперимента (виртуальной среде социального взаимодействия, ВССВ). ВССВ позволяет изучить нейрофизиологические процессы при реакции на стимул в виде эмоционального выражения лица, эта модель способствует анализу таких процессов, как восприятие и обработка поступающей социально значимой информации, оценка эмоциональной и мотивационной значимости этих сигналов, выбор дальнейшего поведения. Характер социального взаимодействия определяется по реакциям на предъявляемые стимулы – эмоциональные выражения лиц.

Поскольку реактивное социальное поведение малоизучено с точки зрения специфики работы мозга при этом виде поведения, на первый план выходят исследования в различных областях нейронауки.

## **1.2. Социальная нейронаука (social neuroscience), социальный мозг**

Современные нейронауки охватывают обширную и разветвленную область исследований. Нейронаука объединяет множество научных дисциплин, таких как молекулярная биология, генетика, химия, помимо традиционной нейроанатомии,

неврологии, нейрофизиологии, и занимается исследованием процессов, лежащих в основе психики: мышлению, эмоциям, сознанию, происходящих как на уровне отдельных нейронов, так и на уровне нейронных сетей (Compton, 2003). Таким образом, специалисты в областях нейронауки изучают нервную систему на разных уровнях организации, начиная с молекулярного и заканчивая уровнем сознания, творчества и социального поведения. Нейронаука поистине мультидисциплинарна: она включает в себя новые дисциплины, такие как нейроэтика, нейроэкономика, нейротеология, нейромаркетинг, нейрополитическая наука, нейросоциология, нейропсихология, социальная психология, социальная нейронаука, когнитивная нейробиология и т. д.

Исследования поведения индивидуумов в сообществе (социального поведения) методами нейронаук строятся на четырех столпах:

- Когнитивная социальная нейронаука (Cognitive Neuroscience) (Lieberman, 2007).
- Аффективная нейронаука (Affective Neuroscience) (Davidson et al., 2000).
- Социальная нейронаука (Social Neuroscience) (Cacioppo et al., 2011a).
- Культурная нейронаука (Cultural Neuroscience) (Han, Northoff, 2008).

Каждая из упомянутых дисциплин фокусирует внимание на том или ином аспекте социального поведения: когнитивная нейронаука изучает когнитивную составляющую социального поведения (Lieberman, 2007), тесно связанная с ней аффективная нейронаука – эмоциональную составляющую (Davidson et al, 2000). Самое молодое направление, непосредственно социальная нейронаука посвящена пониманию того, как биологические системы реализуют социальные процессы и поведение человека, а также об использовании биологических концепций и методов для информирования и уточнения теорий социальных процессов и поведения человека (Cacioppo, Berntson, 1992; Cacioppo et al., 2011b). Культурная нейронаука основной акцент ставит на нейробиологическую подоплеку межкультурных различий (Han, Northoff, 2008).

Социальные нейронауки, как отдельная дисциплина, возникли около 1988. Термин «социальная нейронаука» окончательно утвердили Джон Качиоппо и Гери Бернтсон, которых признают отцами социальной нейронауки (Cacioppo, Berntson, 1992; Cacioppo et al., 2011a). Социальная нейронаука тесно связана с аффективной и когнитивной нейронаукой, уделяя внимание тому, как мозг опосредует социальные взаимодействия, и используя понятие «социального мозга» (Walker, McGlone, 2013). Социальная когнитивная нейробиология исследует социальные феномены и процессы с использованием подходов, специфических для когнитивной нейробиологии, например, методы нейропсихологии (Siegel, McNamara, 2008). В рамках социальной когнитивной нейробиологии выделяют четыре широкие области: (а) понимание других, (б) понимание

себя, (в) контроль над собой и (г) процессы, которые происходят на стыке между самим собой и другими (Lieberman, 2007). Есть основания думать, что именно жизнь в сложных сообществах сформировала присущие человеку уникальные когнитивные способности (Walker, McGlone, 2013), что придает работам в области социальной нейронауки определенный философский аспект.

В последние годы социальная нейробиология переживает очередной подъем, связанный с рядом совершенных открытий: открытие системы структур мозга, связанной с теорией психического [Theory of Mind, ТоМ, способность приписывать психические состояния другим (Schurz, 2015)], описание нарушения ТоМ при аутизме (Baron-Cohen et al., 1985), открытие зеркальных нейронов, которые вовлечены в механизм обучения через имитацию и обеспечивают предсказание намерений на основе наблюдения за действиями (Rizzolatti et al., 1996a), обнаружение так называемой сети пассивного режима работы мозга (Default Mode Network, DMN) и ее связи с распознаванием себя и других, а также с социальным познанием (Buckner et al., 2008; Raichle et al., 2001).

Несомненно, все вышеуказанные системы неким образом вовлечены в реактивное социальное поведение, но непосредственных исследований, посвященных этому вопросу среди данных литературы не найдено.

### ***1.2.1. Роль отдельных структур мозга в организации социального поведения человека***

Социальное поведение опосредовано рядом анатомических структур мозга, а также нейрофункциональными системами. Основопологающие понятия нейробиологии социального поведения – это социальный мозг, ТоМ и зеркальные нейроны.

#### ***1.2.1.1. Социальный мозг***

Социальность глубоко «защита» в самые скрытые механизмы человеческого сознания, взаимодействия и человеческих взаимоотношений (Cozolino, 2014). Однако, сужая понятие социальность, в это слово вкладывают понимание процессов, обеспечивающие социальное поведение человека. К настоящему времени известны области мозга вовлеченные в реализацию социального поведения. К ним относятся структуры, участвующие в восприятии социальных стимулов, например, в распознавании выражений лиц (Kumaar et al., 2018), участвующие в обработке эмоционального контекста социальной ситуации (Adolphs et al., 2002; Adolphs, 2010), участвующие в построении гипотез о содержании сознания других людей (Sterelny, 1990), а также совокупность зеркальных нейронов, обеспечивающих обучение через имитацию действий других людей (Iacoboni et al., 2005).

Термин «социальный мозг» появился около сорока лет назад для описания комплекса мозговых структур, отвечающих за социальное сознание (Walker, McGlone,

2013). Социальный мозг представлен вентромедиальной префронтальной корой (ventromedial prefrontal cortex, vmPFC), миндалиной (амигдала, *amygdala*), правой соматосенсорной корой, островком головного мозга (инсула, *insula*), поясной извилиной, зрительными ассоциативными областями височной коры, структур в гипоталамусе, таламусе и в стволе мозга (Adolphs, 1999). В Таблице 1 представлены обобщенные данные о функции структур социального мозга в определении социального контекста.

<b>Анатомическая структура</b>	<b>Функция</b>
vmPFC	социальное рассуждение и принятие решений
миндалины	боязнь, страх, недоверие, получение социальной информации по лицу
правая соматосенсорная кора, островок головного мозга	распознавание мозгом состояния собственного организма в зависимости от социального окружения, что позволяет связать физическое состояние и эмоцию, а впоследствии испытывать эмпатию, когда другой человек находится в такой же социальной ситуации
поясная извилина	определение ошибок
зрительные ассоциативные области височной коры	определение эмоций человека по выражению лица
структуры в гипоталамусе, таламусе и в стволе мозга	образование эмоций, включая восприятие, интерпретацию, формирование ответов на намерения и поведение других

Таблица 1. Связь анатомической структуры социального головного мозга и функции этой структуры в ТоМ.

#### 1.2.1.2. «Theory of mind» или «теория психического»

Теория психического (Theory of Mind, ТоМ) – это способность понимать, что другой человек может чувствовать и думать (Premack, Woodruff, 1978; Baron-Cohen et al., 1985), что служит основой социального взаимодействия, позволяющей людям понимать себя и других. ТоМ непосредственно связана с функционированием зеркальных нейронов и понятием эмпатии. И ТоМ, и зеркальные нейроны, и эмпатия связаны с непроизвольной реакцией на социальное окружение, и большое внимание уделяется связи ТоМ с различными социальными аспектами (Astington, Jenkins, 1995; Casacchia et al., 2004). Так, показано, что нарушения в сфере эмпатии или ТоМ связаны с антисоциальным поведением, например, с гиперагрессией (Bufalari et. al., 2007).

Для прогнозирования поведения социального партнера важна взаимосвязь социальных эмоций и социального познания (Donald, 2005), и в этом свете высокой ценностью обладает умение достаточно точно предсказывать мысли и действия других людей (Hassabis et al., 2013), что формирует основу гибкого интерактивного поведения и принятия социальных решений. Для понимания своего поведения и поведения других людей требуется умение приспосабливаться к возникающим ситуациям (Разумникова, Пусикова, 2018).

Собственно, ТоМ – это способность человека угадать, что думает и чувствует другой человек в определенных обстоятельствах (Keysers, Gazzola, 2007; Frith, Frith, 1999), тогда как эмпатическая реакция – это способность человека сочувствовать, т.е. чувствовать то, что чувствует другой человек (Gallese, 2003; Botvinick et al., 2005; Singer, Frith, 2005), что весьма важно для социального взаимодействия и вызывает значительный интерес исследователей в области социальной нейронауки к феномену эмпатии (Decety, Jackson, 2006). Эмпатическая реакция, как полагают, основана на зеркальных нейронах. При этом ТоМ связана как с эмпатической реакцией, так и с зеркальными нейронами. И эмпатия, и ТоМ – способности врожденные, автоматические и бессознательные. Эти способности, очевидно, связаны между собой, однако характер их связи не выявлен.

Существует две основные гипотезы, касающиеся связи эмпатии и ТоМ (Lieberman, 2007; Singer, 2006):

(1) эмпатия и ТоМ должны иметь некоторый нейронный механизм; собственный опыт индивидуума является основой как эмпатической реакции, так и ТоМ, невозможно понять других людей, не имея собственного опыта;

(2) эмпатия и ТоМ основаны на зеркальных нейронах; именно зеркальные нейроны предоставляют нам возможность автоматического отражения психических и эмоциональных состояний других людей (Gallese, 2003; Gallese, Goldman, 1998).

До настоящего времени однозначного ответа на вопрос, что первично в оценке состояния других людей – индивидуальный опыт или автоматическое «отзеркаливание», не существует, и сторонниками обеих гипотез ведутся активные исследования.

Что же касается непосредственно ТоМ, то известны две теории ТоМ, в чем-то схожие с гипотезами о связи ТоМ с эмпатией:

1) «теория моделирования» или «теория симуляций» (Simulation theory) в основе которой лежит гипотеза о том, что психические состояния других людей симулируются с использованием психических механизмов, задействованных в переживании каждого состояния индивидуумом самостоятельно (Davies, Stone, 1995; Gallese, Goldman, 1998; Ramnani, Miall, 2004; Gallagher, 2001).

2) «теория теорий» (Theory-theory) или «народная теория», которая предполагает, что для построения теорий о психических состояниях других людей используется собственный набор признаков, касающихся внешних и внутренних состояний, поведения партнера (Gallese, Goldman, 1998). По этой теории у детей от рождения существует своя концепция о мире и других людях, и они проверяют ее на практике, развиваясь таким образом (Churchland, 1991).

Известно, что решающее значение для ТоМ имеет возраст индивидуума, ведь для формирования ТоМ нужно построить взаимосогласованную концепцию отдельных ментальных понятий, а порой и сугубо противоположных убеждений (Bowman, Wellman, 2014). Выявлен транзакционный характер отношений между ТоМ и социальными отношениями у детей. (Hughes, Leekam, 2004). В рамках теории моделирования дисбаланс между ожиданием и верованием в раннем возрасте может привести к аутическим наклонностям (Leslie, 1994).

Нейроанатомически ТоМ связана с активностью височно-теменных узлов (temporoparietal junction), височных полюсов (polus temporalis), медиальной префронтальной коры (medial prefrontal cortex, mPFC) и предклинья/задней поясной коры (Carrington, Bailey, 2009; Mar, 2011; Schurz et al., 2014; Schurz et al., 2015). Считается, что есть несколько «основных» областей, включая части префронтальной коры и верхнюю височную борозду, и более «периферийные» регионы, вклад которых в ТоМ относительно невелик (Carrington, Bailey, 2009). Функции контроля и самоконтроля обеспечивает передняя поясная область (Hassin et al., 2010; Di Pellegrino et al., 2007). Дорсомедиальная префронтальная кора (dorsomedial prefrontal cortex, dmPFC) отвечает за оценку действий партнера (Eickhoff et al., 2014), а также активизируется вместе с медиальными теменными областями (в предклинье), при наблюдении за социальным взаимодействием между другими людьми (Iacoboni et al., 2004). Передняя парасингулярная кора активизируется при рассматривании других взаимодействующих субъектов и попытке понять их намерения (Walter et al., 2004). Орбитомедиальная префронтальная кора отвечает за функции представления о других и интеграцию стимулов, которые человек соотносит с собой (Reniers et al., 2014). Непосредственно функции, относящиеся к социальному познанию, ложатся на заднюю поясную кору головного мозга (Hari, Kujala, 2009; Schilbach et al., 2008).

### *1.2.1.3. Правый височно-теменной узел (RTPJ)*

Одна из ключевых структур, связанных с социальным мозгом - это правый височно-теменной узел (RTPJ, Frith, Frith, 2010), участвующий в обработке целей, намерений и убеждений других (Saxe, 2006; Van Overwalle, Baetens, 2009). Анатомическая



конвергенция внимания, памяти, языка и социальной обработки в RTPJ устанавливает социальный контекст поведения (Carter, Huettel, 2013). Именно правая височно-теменная область из-за свойств асимметрии мозга вносит вклад в социальное взаимодействие (Разумникова, 2004b).

RTPJ играет критическую роль в различных аспектах социального познания, таких как ТоМ, эмпатия и вообще в социальных взаимодействиях (Decety, Lamm, 2007; Zaitchik et al., 2010; Tang et al., 2016;). Эта область участвует в контроле над подражанием и способностью различать и переключаться между представлениями о себе и других людях (Sowden, Catmur, 2015). Взаимодействие RTPJ при пространственной переориентации не зависит от стратегического контроля внимания (Natale et al., 2010), хотя предполагается и взаимосвязь RTPJ (Robertson et al., 1988; Lamb et al., 1989).

При нарушении внимания активизируется не только RTPJ, но и mPFC (Weissman et al., 2006), что косвенно указывает на вовлеченность mPFC в ТоМ.

#### *1.2.1.4. Медиальная префронтальная кора (mPFC)*

Медиальная префронтальная кора (medial prefrontal cortex, mPFC) участвует в распознавании специфических черт характера других людей (Harris et al., 2005; Mischel, 1968).

Функциональная активность префронтальной коры (PFC) (Davidson, 2003) имеет особое значение для социального познания и поведения человека (Gusnard et al., 2001a), начиная с младенческого возраста. (Grossmann, 2013). Эта область активизируется в таких социальных переживаниях, как зависть, жалость и гордыня, также отмечена активизация mPFC при отвращении/предпочтении как в еде, так и в социальных контактах. (Harris, Fiske, 2007).

mPFC делится как минимум на два субрегиона: вентромедиальную (vmPFC) и дорсомедиальную (dmPFC). И обе эти структуры участвуют в определении предпочтения в еде (Hare et al., 2009), принятии решений (Kahnt et al., 2011). vmPFC участвует в процессах, связанных с эмпатией, с интеграцией внутренних раздражителей, отражающих телесные ощущения, с внешними, сенсорными стимулами, а также с оцениванием (van den Bos et al., 2007). dmPFC вовлечена в уникальное человеческое представление триадных отношений между двумя умами и объектом, поддерживая общее внимание и совместные цели (Saxe, 2006). Области dmPFC также активизируются при социальном познании, включая задачи, которые способны выводить чувства, мысли и намерения других людей и прочие функций ТоМ (Northoff et al., 2006).

Функционирование социального мозга поддерживается анатомическими областями, перечисленными выше, включая RTPJ и mPFC, а также объединяющими их

нейронными сетями (Gusnard et al., 2001a). Обмен эмоциональными состояниями с другим человеком (эмпатия), чувство заботы о другом (сострадание) и представление о психическом состоянии другого человека (ТоМ) - социальные механизмы, которые совместно активируются и взаимодействуют в сложных социальных ситуациях. Однако есть основания полагать, что обработка внешних сигналов является лишь верхушкой айсберга в психической жизни человека, большая часть которого протекает в так называемом состоянии покоя.

Остается открытым ответ на вопрос о механизме перехода сенсорного опыта другого субъекта в собственный сенсорный опыт индивидуума без раздражения периферических нейронов, которые передают мозгу сигнал о сенсорной стимуляции, так называемое «зеркало нейронов». (Singer, 2006; Singer, Frith, 2005). В 1998 было высказано предположение, что ТоМ (Gallese, Goldman, 1998) может поддерживаться зеркальными нейронами, которые впервые были идентифицированы у приматов, отличных от человека (di Pellegrino et al., 1992; Rizzolatti et al., 1996b).

### **1.3. Сети покоя**

Открытие сетей покоя (Resting State Network, RSN) справедливо считают прорывом в изучении функций человеческого мозга. Оно знаменует собой смену парадигмы. Если раньше исследователей интересовало в основном изменение активности тех, или иных областей мозга при переходе от состояния покоя к восприятию информации, или выполнению задания, то теперь не меньший интерес представляет взаимосвязанная активность разных, иногда далеко друг от друга расположенных центров мозга не только при оперативной деятельности, но и в покое (Lee et al., 2013). Первые публикации на эту тему появились около 20 лет назад, но лавинообразное увеличение количества публикаций наблюдается в последние годы (Рисунок 1).

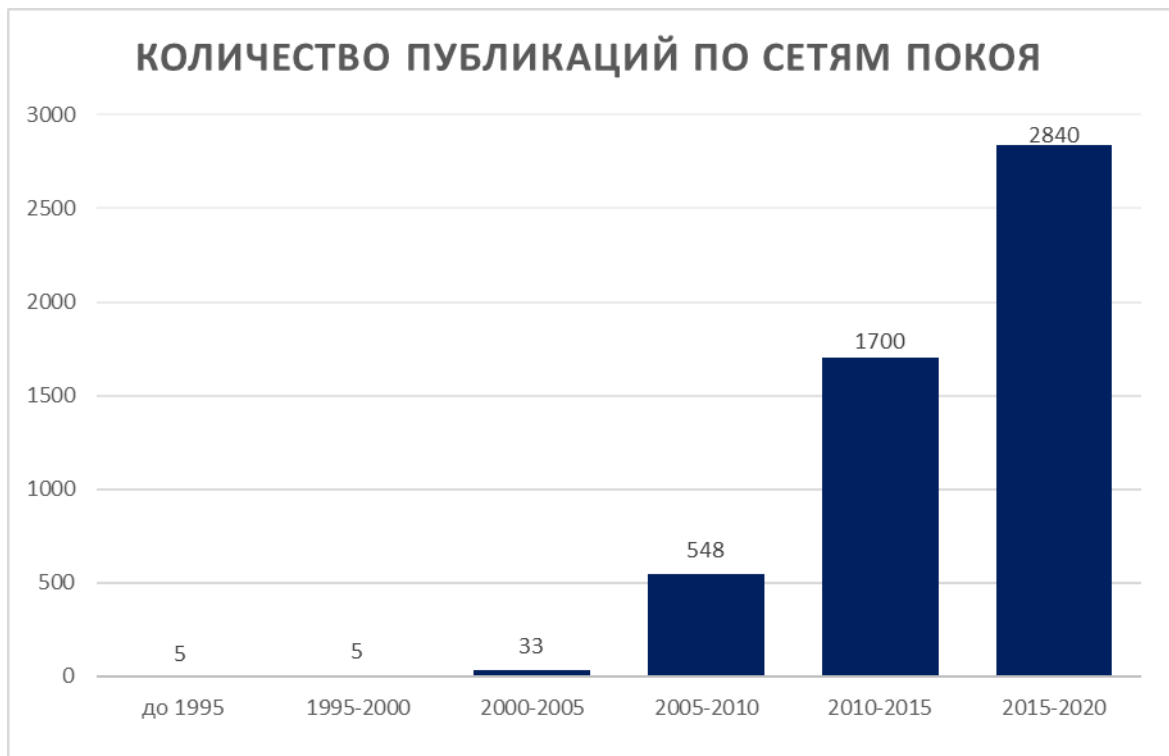


Рисунок 1. Динамика публикаций по сетям покоя начиная с 1995 года.

За короткий промежуток времени накоплено большое количество данных, указывающих на ведущую роль сетей покоя как в функции здорового мозга, так и при возникновении различных психопатологий, таких, как шизофрения, депрессия, биполярное расстройство, аутизм и болезнь Альцгеймера (Rosazza, Minati, 2011; Green et al., 2008).

Впервые возможность выявления функциональной сети покоя была продемонстрирована на основе данных фМРТ, записанных в состоянии покоя (Biswal et al., 1995). В этой работе был использован метод определения функциональной сети по вокселям-семенам. В настоящее время также используется метод теории графов для распознавания сетей покоя на основе фМРТ (Gurney, 2014). Помимо фМРТ, нейрофизиологическую основу сетей покоя исследуют магнитоэнцефалографическим (МЭГ) способом (Liu et al., 2010).

К настоящему моменту обнаружено более десятка сетей покоя, наиболее известные из них:

- сеть пассивного режима работы головного мозга (DMN - default mode network),
- дорсальная сеть внимания (DAN - Dorsal attention network) (Dixon et al., 2017),
- вентральная сеть внимания (VAN - ventral attention network) (Farrant, Uddin, 2015),
- сеть исполнительного функционирования (EF - Executive Functioning) (Bradford et al., 2015),

- сеть медитирующего (SN - Saliience network) (Menon, Uddin, 2010),
- лобно-теменная нейронная сеть (FCPN - frontoparietal control network) (Harding et al., 2015; Dixon et al., 2018).

Исследования показывают, что отдельные сети покоя характеризуются внутренней взаимосвязью между своими анатомическими участками, однако, мало взаимодействуют с другими сетями покоя (de Pasquale et al., 2012). Тем не менее, существуют межмодульные соединения, связывающие элементы из топологически разделенных подсистем, и пространственно отдаленные регионы способны увеличивать на короткие промежутки времени эффективность передачи информации, таким образом создавая временные глобально-эффективные состояния сети (Wens et al, 2019).

Среди сетей покоя большее количество публикаций относится к DMN, и именно эта сеть покоя связана с обработкой социальной информации.

### ***1.3.1. Сеть пассивного режима работы мозга***

Сеть пассивного режима работы мозга (default mode network, DMN) – это нейрокогнитивная сеть пассивного режима работы головного мозга (Buckner et al., 2008; Raichle et al., 2001). Эту сеть также называют «дефолт системой мозга», поскольку она включает регионы, дезактивирующиеся в ответ на широкий спектр целенаправленных когнитивных задач (Buckner et al., 2008; Gusnard et al., 2001b). Функционально DMN связана с процессами самосознания и социального сознания (Raichle et al., 2001; Spreng, Andrews-Hanna, 2015; Mitchell, 2006), самоконтроля и контроля внимания (Bonnelle et al., 2011; Weissman et al., 2006; Dang et al., 2012), таким образом, динамика ее активности указывает на то, чем преимущественно занят мозг человека в периоды покоя. Области сети по умолчанию временно активируются во время фазы медленного сна (Pace-Schott, 2005).

Анатомические регионы DMN (Рисунок 2) осуществляют познавательные и эмоциональные процессы, связанные с «самореферентным познанием». МРТ позволяет выявлять анатомические и функциональные связи между регионами DMN (Greicius et al., 2009): сеть включает в себя mPFC, кору задней части поясной извилины (posterior cingulate cortex), предклинье (precuneus), нижнюю теменную долю (inferior parietal lobule) и боковую височную кору (lateral temporal cortex) (Gusnard et al., 2001b; Buckner et al., 2008; Zhang et al., 2012a).

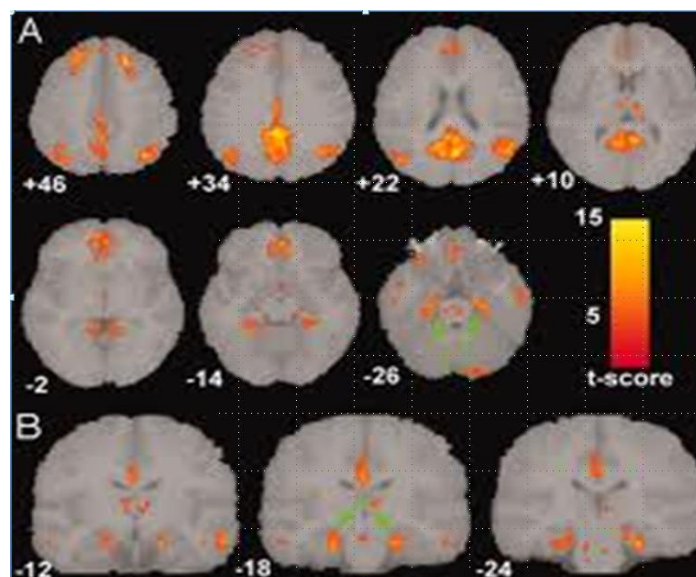


Рисунок 2. Участки мозга, вовлеченные в DMN.

Латерально-нижне-теменная/верхне-височная кора демонстрирует высокую степень функциональной взаимосвязи в состоянии покоя (Greicius et al., 2003). Задние области DMN связаны с автобиографическим извлечением памяти, а передние области - с самореферентным познанием (Knyazev, 2014; Davey et al., 2016; Bahk, Choi, 2018). Активация vmPFC связана с интеграцией внутренних раздражителей, отражающих телесные ощущения, с внешними, сенсорными стимулами, а также эта сетевая активность связана с оцениванием (Philippi et al., 2014; Bado et al., 2014).

Пространственно и функционально DMN в значительной степени перекрывается с системой ToM (Spreng et al., 2009; Gobbin et al., 2007) при принятии решений в частности (Reniers et al., 2012).

DMN содержит две взаимодействующие подсистемы, анатомически сосредоточенные в dmPFC и гиппокампе, активность обеих областей положительно коррелирует с основной сетью DMN (vmPFC, задней поясной извилиной, ретроспленальной и нижней теменной корой), но отрицательно друг с другом (Buckner et al., 2008). Первая дорсомедиальная подсистема, включает в себя боковую временную кору, височный полюс и дорсомедиальную лобную кору (Mars et al., 2012). Вторая медиальная височная подсистема, включает в себя медиальную височную долю, гиппокамп, заднюю нижнюю теменную долю (IPL) и вентральную MFC (medial frontal cortex) (Fitzgerald et al., 2010). Динамическое взаимодействие между этими двумя подсистемами обеспечивает нейронную основу для расширенного во времени самоприспосабливающегося социального сознания (Saxe, 2006). Ведь дорсомедиальная подсистема в первую очередь связана с социальными когнитивными процессами, такими как ментализация и принятие

решений. А медиальная височная подсистема связана с такими процессами, как автобиографическое воспоминание и воображение (Botzung et al., 2008).

Гиппокампальная формация может получить доступ к личной памяти, тогда как dmPFC может имитировать будущие сценарии. Примечательно, что обе ретроспективны: (автобиографическое) запоминание и проспективное моделирование (воображение будущего) затрагивают одни и те же регионы DMN (Buckner et al., 2008).

В одном из первых исследований, посвященных изучению взаимосвязи между DMN и нервной основы социального познания авторы отметили, что DMN анатомически привязана к отделам головного мозга, вовлеченным в различные аспекты социального познания и социального взаимодействия (Schilbach et al., 2008; Amft et al., 2015): левая угловая извилина/TPJ опосредуют дифференциацию между собой и другими (David et al., 2009; Anticevic et al., 2010), а передняя поясная извилина принимает участие в мониторинге действия себя и других (Amodio, Frith, 2006).

Подавляющее большинство исследований в исследованиях DMN было проведено с использованием фМРТ. В последнее время DMN из данных магнитоэнцефалографии (de Pasquale et al., 2010; Brookes et al., 2011b; Brookes et al., 2011c) и электроэнцефалографии (ЭЭГ) (de Pasquale et al., 2010; Brookes et al., 2011a; Hipp et al., 2012; Knyazev et al., 2011; Knyazev et al., 2016; Knyazev et al., 2017; Siems et al., 2016). Результаты ЭЭГ-исследований подтверждают нейронную основу DMN, описанную в исследованиях методом МРТ (Liu et al., 2010). Помимо этого, ЭЭГ демонстрирует, что психологические процессы, приписываемые DMN, обусловлены электрической активностью в альфа-диапазоне (Ben-Simon et al., 2008; Brookes et al., 2011b; Brookes et al., 2012; Knyazev et al., 2011; Luckhoo et al., 2012; Sadaghiani et al., 2010; Sadaghiani et al., 2012; Chen et al., 2012; Wens et al., 2014; de Pasquale, Marzetti, 2014).

И все же метод получения нейрофизиологической информации играет важную роль в интерпретации результатов исследований, на чем стоит остановиться отдельно.

## **1.4. Методические аспекты исследования социального мозга**

### **1.4.1. Различные методы регистрации активности головного мозга.**

Нейрофизиологические исследования проводятся на основе данных о мозговой активности, собираемых с помощью целого ряда методов: электроэнцефалография (ЭЭГ) (Pascual-Marqui, 1999; Croft, Barry, 2000; Bast et al., 2004), МРТ (Fox, Raichle, 2007; Шарова с соавт., 2015); МЭГ (Bast et al., 2004; Tewarie et al., 2019), транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) (Nezu et al., 1999; Pascual-Leone, 1999; Wassermann, 2002), функциональная спектроскопия в ближней инфракрасной области (functional Near-Infrared Spectroscopy, fNIRS) (Pfurtscheller, Lopes da Silva, 1999; Niu, He, 2014), позитронно-

эмиссионная томография (ПЭТ) (Gilbert et al., 2006), лицевая электромиография (ЭМГ) (Drost et al., 2006; Ahsan et al., 2009) и исследования пациентов с очаговыми поражениями головного мозга (Nakamura, 1976).

Следует отметить, что применение методов транскраниальной стимуляции позволило подтвердить наличие причинно-следственной связи между процессами, протекающими в мозгу, определить функциональную коннективность, местоположение электрической активности мозга, и комбинированное использование ТМС-ЭЭГ является современным высокоинформативным экспериментальным подходом, который находит применение как в фундаментальных, так и в клинических исследованиях. (Назарова с соавт., 2017). Регистрация сигнала посредством ТМС сочетает в себе преимущества портативности, высокой частоты дискретизации во времени, но оборудование относительно дорогостоящее (Афтанас с соавт., 2018), в отличие от оборудования, регистрирующего сигналы с помощью ЭЭГ. ТМС используется в комбинации и с ЭЭГ, и с fNIRS (Curtin et al., 2019).

fNIRS в состоянии покоя (R-fNIRS) в настоящее время привлекает значительное внимание как инструмент визуализации при исследованиях функции мозга в состоянии покоя. Используя относительные изменения соотношения оксигемоглобина/дезоксигемоглобина, R-fNIRS измеряет низкочастотную спонтанную нейронную активность мозга (Duan et al., 2012). В то же время способность ТМС провоцировать нейронную активность и манипулировать возбудимостью коры привела к широким перспективам использования ТМС, как в когнитивной, так и в клинической нейробиологии. Однако отсутствие способности количественно определять эффекты ТМС, особенно вне моторной коры, привело к тому, что врачи и исследователи сочетают неинвазивную стимуляцию мозга с неинвазивными методами нейровизуализации, в т.ч. fNIRS, и именно этот метод нейровизуализации, является наиболее перспективным для комплексного использования с ТМС. Вместе ТМС + fNIRS представляет новую высокоинформативную гибридную методику нейровизуализации и нейростимуляции (Curtin et al., 2019).

#### ***1.4.2. Методы обработки электрических сигналов мозга***

Полученные цифровые сигналы мозга обрабатываются широким спектром методов, включая цифровую фильтрацию, анализ трехмерных изображений, обработку сигналов массивов, моделирование и реконструкцию изображений, а также разделение слепых источников и оценку фазовой синхронности. Существуют многочисленные варианты анализа электроэнцефалограммы: анализ частотно-временного состава вызванных и связанных с событиями ответов (Pfurtscheller, Lopes da Silva, 1999); анализ

изменения мощности и связанных с фазой свойств (Kalcher, Pfurtscheller, 1995); анализ когерентности в зависимости от месторасположения электродов при задаваемом частотном диапазоне (Thatcher et al., 1986); межчастотные связи и связь между пред-стимульной и пост-стимульной активностью (Bromm et al., 1989); расчет изменений спектральной мощности в ответ на предъявляемые стимулы (СССП, ERSP, event-related spectral perturbation, Makeig, 1993); фиксация вызванных потенциалов (event-related potential, Makeig, Onton, 2011), анализ опосредования (медиационный анализ) (Knyazev et al., 2004; Wager et al., 2008, Knyazev et al., 2018; Knyazev et al., 2019), построение карт коннективности для выявления функциональной связи (Hagmann et al., 2008; Wendling et al., 2010; Zalesky et al., 2010; Proshina et al., 2018) и т.д.

Применяются полученные данные с различными модификациями их обработки в разных сферах исследований: в биоуправлении (Штарк с соавт., 2000) при формировании навыков управления психофизиологическими состояниями, для тренинга профессиональных спортсменов на основе технологии биологической обратной связи (Базанова, Штарк, 2004), для социализации людей с нарушением моторно-двигательного аппарата с применением нейро-компьютерного интерфейса (BCI – brain computer interface) (Rashid et al., 2018; Islam et al., 2019; Lotte et al., 2007), в кримиалистике (Budaházi, Fantoly, 2019).

Одним из первых и наиболее часто используемых методов анализа электроэнцефалограммы является метод вызванных потенциалов (evoked potentials, EP), применяющийся для исследования функций систем мозга ответственных за когнитивные процессы. Этот метод заключается в регистрации электрической реакции мозга на внешний раздражитель (в нашем случае это предъявление эмоционального выражения лица) в привязанные к моменту предъявления стимула (Woodman, 2010).

#### *1.4.2.1. Спектральные пертурбации, связанные с событиями*

Исследование особенностей поведения как динамического процесса определяет обоснованность применения ЭЭГ – метода, обладающего достаточно высоким временным разрешением. Одним из наиболее информативных для понимания изменений активности мозга во времени является метод расчета связанных с событиями спектральных пертурбаций – СССП (ERSP – event-related spectral perturbations) (Makeig, 1993), анализ увеличения/уменьшения мощности постстимульного интервала по отношению к предстимульному в динамике на некотором временном промежутке после подачи стимула (Pfurtscheller, Lopes da Silva, 1999). СССП позволяют исследовать динамику активности мозга.



#### *1.4.2.2. Анализ независимых компонентов*

Альтернативный очень популярный метод обработки сигналов для разделения многомерного сигнала на аддитивные подкомпоненты - это анализ независимых компонентов (АНК, ICA, Independent Component Analysis, Cichocki et al., 1998). В настоящее время с помощью этого метода выявлено более десятка функциональных сетей, т.к. АНК позволяет разбивать многомерные данные на дискретные компоненты. (Schöpf et al., 2010). Некоторые из функциональных сетей совпадают с хорошо известными физиологам системами, такими, как первичная и вторичная зрительная кора, слуховая и двигательная кора. Такие системы, как DMN, система исполнительного контроля и фронтально-париетальная система контроля внимания, стабильно воспроизводятся с помощью АНК (Niazy et al., 2015; Knyazev et al., 2011). Способов применения метода АНК множество, например, на этом методе обработки основана идентификация людей по отпечатку ладони (Connie et al., 2003).

Методы АНК используются как при очистке от артефактов данных фМРТ (Griffanti et al., 2014) и ЭЭГ сигналов с помощью пакета eeglab, так и для выявления функциональных сетей из данных состояния покоя, так называемых «сетей, не зависящих от состояния покоя» (Resting-State Independent Networks) (Aoki et al., 2015). АНК можно применять не только для отдельных полос частот, без учета межчастотных связей, но и взаимодействия функциональных сетей во всех полосах частот. Также с помощью АНК удастся выяснить динамические изменения в рабочей памяти при помощи метода логарифмического разложения спектра (Log spectral ICA) (Onton et al., 2005). Существует несколько разновидностей АНК, как например, самоорганизующийся групповой независимый компонентный анализ (self-organizing group independent component analysis (sogICA), который используется и для анализа больших данных (Van de Ven et al., 2008), и для исследования базовой функциональной коннективности (Brookes et al., 2011a). В отличие от большинства предыдущих применений АНК в функциональной визуализации, sogICA позволяет анализировать данные на уровне группы, что представляет особый интерес для когнитивных исследований высокого порядка. SogICA основан на иерархической кластеризации пространственно похожих независимых компонентов, полученных из разложений по отдельным предметам.

#### *1.4.3. Электроэнцефалографический метод изучения социального*

Активность головного мозга регистрируют различными методами, среди которых ПЭТ и фМРТ. И ПЭТ и фМРТ основаны на измерении вторичных метаболических изменений в ткани мозга, а не первичных (то есть электрических процессов в нервных клетках). При этом ЭЭГ может показать один из основных параметров работы нервной

системы – электрическую ритмичность, которая отражает согласованность работы разных структур мозга. Следовательно, при записи электрической (а также магнитной) энцефалограммы, нейрофизиолог имеет доступ к фактическим механизмам обработки информации мозга. Это помогает обнаружить схему процессов, задействованных мозгом, показывая не только «где», но и «как» информация обработана в мозге. Именно эта возможность делает ЭЭГ уникальным и безусловно ценным методом диагностики. И именно поэтому традиционная электроэнцефалография (ЭЭГ) и ее молодая разновидность магнитоэнцефалография (МЭГ) не потеряли своей актуальности с появлением фМРТ.

Магнитоэнцефалография (МЭГ) - это неинвазивная технология, в которой магнитные поля, индуцированные током нейронов в мозге, измеряются над кожей головы (Cohen, 1972). Показано, что МЭГ является отличным средством измерения нервно-колебательных процессов. Кроме того, в отличие от электрических полей, магнитные поля не искажаются неоднородной проводимостью в голове. Это в сочетании с большим количеством датчиков (~ 300 в современных системах) и усовершенствованными алгоритмами восстановления источника (Robinson, Greenfield, 1998; Zumer et al., 2007; Wipf et al., 2010) делает данные МЭГ более подходящими для проецирования в исходное пространство. Пространственное разрешение данных, полученных с помощью МЭГ значительно выше по сравнению с ЭЭГ (Brookes et al., 2011a; Baillet et al., 2001). Недостатками ЭЭГ по сравнению с МЭГ являются также некоторое искажение сигнала за счет разной проводимости тканей и в необходимость референтного электрода.

Преимущества ЭЭГ перед МЭГ в том, что ЭЭГ регистрирует и радиально и тангенциально ориентированные диполи, а у МЭГ отсутствует чувствительность к радиально-ориентированным источникам (Ahlfors et al., 2010). В целом, сравнительные исследования на симулированных и реальных данных показывают, что различия между МЭГ и ЭЭГ не так велики, и совместное использование этих методов регистрации электрической активности мозга позволяет достичь высокой точности в 3D-реконструкции, т.е. пространственной локализации функций мозга (Baillet et al., 2001). В отличие от фМРТ ни ЭЭГ, ни МЭГ не позволяют получить прямые данные об активности тысяч точек в разных частях мозга и проанализировать структуру корреляций между этими точками. Если же сравнивать МЭГ и ЭЭГ с фМРТ, то различия в природе сигнала, получаемого этими методами, очень велики (Brookes et al., 2011c).

BOLD фМРТ (blood oxygenation level dependent - функциональная магнитно-резонансная томография с использованием зависимо от уровня кислорода крови изображения) измеряет локальное потребление кислорода, то есть энергетические процессы, лишь косвенно связанные с активностью нейронов. ЭЭГ же регистрирует

мгновенно с коры головного мозга (Debener et al., 2006), что свидетельствует об электрической природе сигнала. Сигнал, регистрируемый с помощью ЭЭГ, представляет собой сумму постсинаптических потенциалов больших популяций преимущественно пирамидных нейронов. При этом по пути от места генерации до места регистрации сигналы свободно смешиваются друг с другом, что дает на каждом электроде коктейль активности разных участков мозга. Активность нейронов в данном случае – это преимущественно импульсная активность, то есть генерация потенциалов действия, которая является главным потребителем энергии. ЭЭГ регистрирует нейронные события (Sanei, Chambers, 2013). В частности, ЭЭГ более четко связана с прямой обработкой внешних событий, что невозможно для фМРТ (поскольку она обязательно опирается на длительную обработку), и, следовательно, ЭЭГ больше подходит для изучения реактивного поведения.

Доступное фМРТ временное разрешение – 1.5-2 секунды, т.к. регистрируются гемодинамические изменения в ответ на нейрональную активность, а крови требуется время на реализацию метаболических процессов, чтобы проделать путь от сердца к мозгу (Chen, Glover, 2015). Большинство оперативных когнитивных процессов протекает быстрее. Неоспоримое преимущество ЭЭГ – это хорошее временное разрешение порядка  $1 \text{ кГц} = 100 \text{ мс}$ , сопоставимое с динамикой социальных процессов. (Cohen, 2017; Aoki et al, 2015).

Несмотря на высокое временное разрешение ЭЭГ, точность пространственной локализации ЭЭГ, однако, несравненно ниже, чем в фМРТ (Cohen, 2017). Неоспоримое преимущество фМРТ – хорошее пространственное разрешение (порядка 1 мм), то есть, возможность получать информацию об активности достаточно локальных, даже глубоко расположенных участков мозга (Huettel et al., 2004; Debener et al., 2006).

Другое важное преимущество ЭЭГ сочетает в себе возможность исследования биоэлектрической активности мозга в частотных диапазонах от 0 Гц до 45 Гц и выше (Hjorth, 1970; Baillet et al., 2001), что является принципиально недоступным для МРТ, а это важно, поскольку колебания электрической активности в частотном диапазоне ЭЭГ рассматриваются как механизм межрегиональной коммуникации (Buzsaki, Draguhn, 2004; Vidaurre et al., 2018).

Другая привлекательная особенность ЭЭГ состоит в появившихся в последнее время методах возможности локализовать электрическую активность мозга, базирующихся на основе понимания природы ЭЭГ-сигналов (Petrov, 2012). Удастся сделать анатомическую привязку получаемых ЭЭГ-данных, восстанавливая местоположение источников электрической активности в мозгу. Для определения

активных области мозга используется метод локализации источников.

Очевидно, что только сочетанный анализ результатов, полученных разными методами, позволит приблизиться к пониманию функции мозга (Goldman et al., 2009).

Таким образом, с помощью экспериментального исследования средствами ЭЭГ удастся глубже понять мозговые процессы, происходящие при социальном реактивном взаимодействии, именно ЭЭГ используется для определения эмоционального выражения лица (Islam et al., 2019).

#### ***1.4.4. Осцилляторная активность мозга***

В основе электрического сигнала лежит осцилляторная активность мозга, то есть квазипериодических колебаний уровня активности во времени. Осцилляторная активность обеспечивает объединение структур мозга в функциональные системы, обеспечивающие процесс выполнения текущих функций (Başar et al., 2001; Buzsáki, Draguhn, 2004; Cantero, Atienza, 2005).

Осцилляции можно увидеть на всех уровнях организации мозга и в разных частотных диапазонах, и в состоянии покоя, и при восприятии информации, или выполнении задания в эксперименте. (Buzsáki, Draguhn, 2004; Başar, Güntekin, 2008). Обнаружить сети покоя позволило именно наличие осцилляций в состоянии покоя.

Выявляемые с помощью ЭЭГ осцилляции принято делить на стандартные частотные диапазоны (Рисунок 3) и накоплено большое количество данных, указывающих на то, что осцилляции разных частотных диапазонов связаны с разными когнитивными процессами (Buzsáki, Draguhn, 2004).

Все осцилляторные системы селективно распределены по всему мозгу, и существует значительное количество информации об источниках генерации и функциональных коррелятах осцилляторной активности в разных диапазонах (Başar et al., 2001). Колебания электрической активности мозга охватывают широкий диапазон частот, и каждая из этих колебательных полос генерируется различными механизмами и имеет разные физиологические функции, участвуют в формировании динамических функциональных сетей (Buzsáki, Draguhn, 2004; Penttonen, Buzsáki, 2003; Zalesky et al., 2014).

Синхронизация и десинхронизация – методы, которые используются при изучении осцилляций. Ритмичные колебания постсинаптических потенциалов могут «запирать» нейрон в определенные фазы и активировать в другие (Klimesch et al., 2009). Различать синхронизацию по фазе и без нее является важной задачей при анализе ЭЭГ. Связанные с событием изменения активности ЭЭГ, такие как десинхронизация, связанная с событием, или синхронизация, связанная с событием, могут быть количественно оценены с помощью

расчетов мгновенной мощности полосы или межпробных дисперсий. В первом случае связанные с событием синхронизация или десинхронизация могут быть замаскированы потенциалом, связанным с событием, а во втором - нет (Kalcher, Pfurtscheller, 1995).

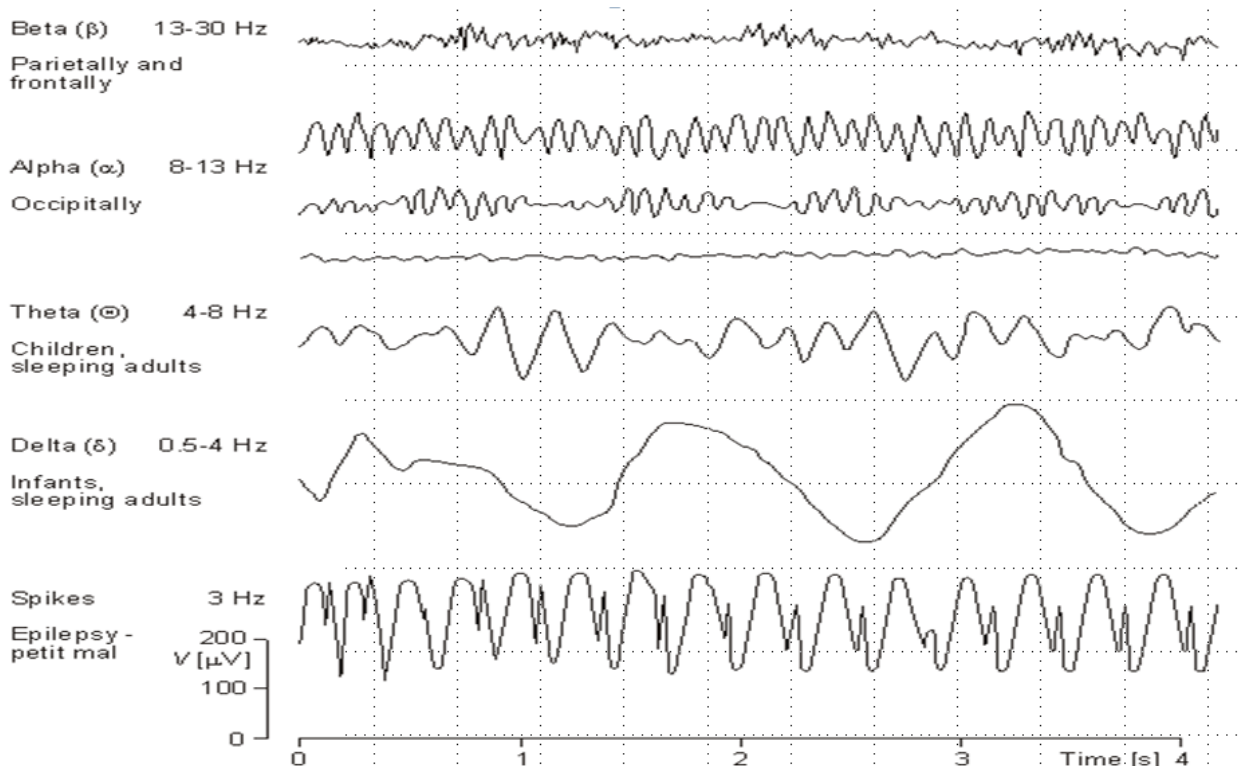


Рисунок 3. Стандартные частотные диапазоны ЭЭГ.

Есть предположение, что вызванные потенциалы и ритмы ЭЭГ имеют один и тот же источник (Mazaheri, Picton, 2005; Sur, Sinha, 2009). Динамика электрической активности мозга, проявляющаяся в синхронизации/десинхронизации, может быть рассмотрена в более крупных масштабах, как метастабильная динамика, лежащая в основе координации в реальном времени, что необходимо для динамических когнитивных, поведенческих и социальных функций мозга (Tognoli, Kelso, 2014).

#### **1.4.5. Частотно-временные характеристики процессов социального взаимодействия.**

Восприятие стимулов, эмоциональных выражений лиц, как в виртуальной модели при реактивном социальном поведении, проявляется по-разному на разных частотных диапазонах.

В ЭЭГ человека обычно выделяют пять основных частотных диапазонов (Рисунок 4): дельта (0,5-4 Гц), тета (4-8 Гц), альфа (8-14 Гц), бета (14-30 Гц) и гамма (>30 Гц) (Doppelmaier et al., 1998; Başar et. al, 2001). Преобладание того или иного ритма в ЭЭГ и развитие структур мозга, с ним связанных, так же, как и функциональное значение этих ритмов, имеют иерархическую структуру (Князев, 2007; Князев с соавт., 2010). Дельта, тэта и альфа называют глобальными ритмами, так как они охватывают обширные области

коры и предположительно участвуют в синхронизации анатомически отдаленных частей мозга. Бета и гамма называют локальными ритмами: они меньше по амплитуде и охватывают меньшие области коры. Можно думать, что каждый глобальный ритм связан с большим набором тематически связанных функциональных процессов, а локальные ритмы участвуют в более подробной и локальной их реализации. Соответственно, глобальные и локальные осцилляции функционируют в тесной связи друг с другом.

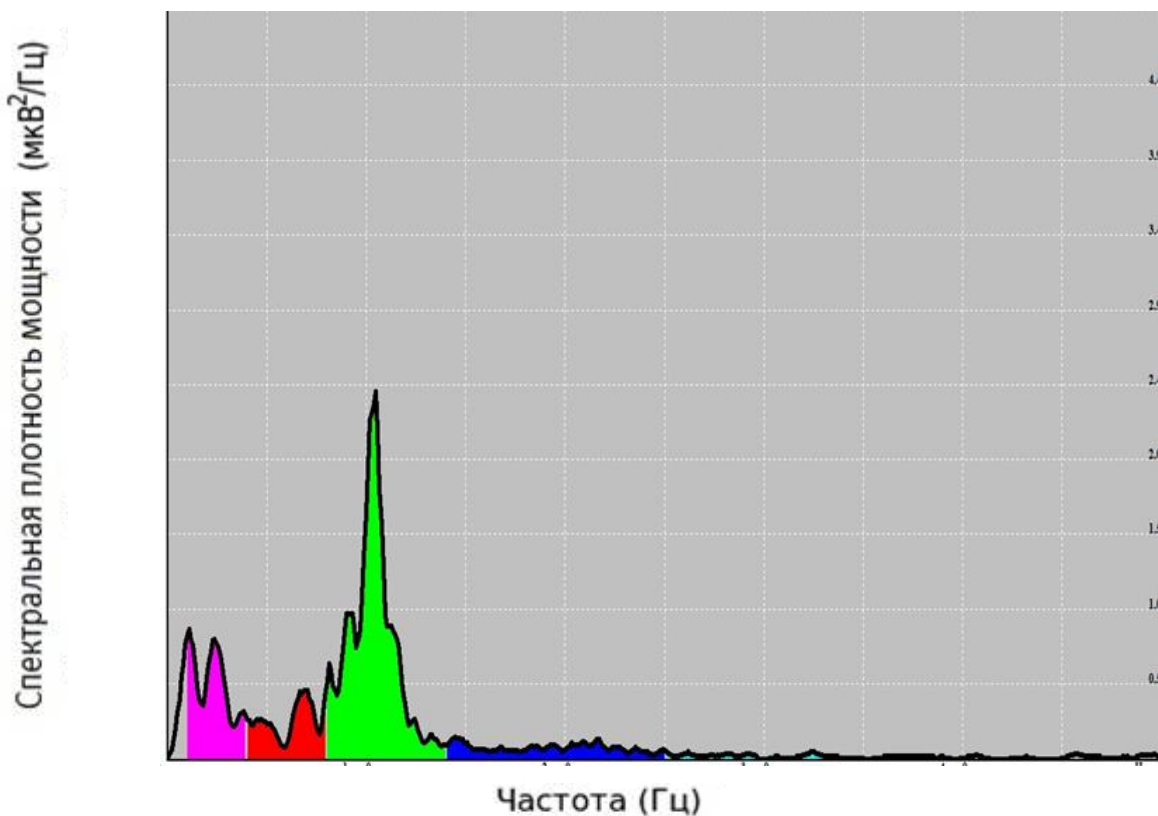


Рисунок 4. Глобальные и локальные ритмы ЭЭГ, подсвеченные по частотным диапазонам.

Заметим, что эволюционно дельта ритм доминирует в ЭЭГ пресмыкающихся, тэта - в ЭЭГ млекопитающих, альфа – доминантный ритм ЭЭГ человека.

Существует предположение, что колебания электрической активности мозга являются механизмом интеграции мозга. Такая интеграция может существовать во многих функциональных областях с разными частотными ритмами, связанными с каждым доменом. Дельта-колебания зависят от активности мотивационных систем и участвуют в выявлении признаков. Тета-колебания связаны с памятью и эмоциональной регуляцией (Кныазев, 2007). Альфа-колебания участвуют в тормозных процессах, которые способствуют разнообразным когнитивным операциям, таким как внимание и память. Показано, что медленные мю-колебания и альфа-колебания взаимно связаны друг с другом (Pfurtscheller et al., 2000). Эта взаимосвязь отражает тормозящий контроль

префронтальной корой мотивационных и эмоциональных областей мозга. Недостаточная альфа-активность и/или увеличенная активность медленной волны указывает на отсутствие тормозного контроля над поведением, т.е. поведенческая расторможенность и когнитивный дефицит связаны с относительным снижением альфа и преобладанием медленных колебаний.

Все больше данных свидетельствует о том, что разные уровни церебральной интеграции обусловлены пространственной и временной синхронностью в нескольких частотных диапазонах могут играть ключевую роль в возникновении восприятий, воспоминаний, эмоций, мыслей и действий (Cantero, Atienza, 2005; Nunez, 2000; Varela et al., 2001). Это свидетельствует о том, что все полосы частот ЭЭГ человека могут иметь некоторое функциональное значение, и каждая полоса частот может быть связана с конкретными процессами.

Дельта-колебания коррелируют с мотивационными процессами и обнаружением достоверности. Дельта-ритм связан с базовыми мотивационными и гомеостатическими процессами, и у человека заметное увеличение дельта-осцилляций наблюдается при аверсивных и патологических состояниях. Также дельта-ритм опосредует согласование сигналов внутренней среды с набором простых поведенческих паттернов, биологические мотивации – голод, страх, агрессия, сексуальное возбуждение, состоянии удовольствия (Князев с соавт., 2010; Reid et al., 2006). Предъявление эмоциональных выражений лиц (сердитое, счастливое и нейтральное) показало увеличение амплитуды дельта-активности в височно-теменной, затылочной и лобной частях (Güntekin, Başar, 2009). Увеличение затылочных дельта-колебаний происходит при распознавании лица, а не при обработке эмоциональных выражений лиц. При этом дельта-синхронизация при предъявлении эмоциональных стимулов в виде выражений лиц, сильнее у более чувствительных и эмоциональных субъектов (Knyazev et. al., 2009). Замечено, что эта активность возникает в ответ на отрицательные эмоции по сравнению с положительными (Ito et al., 1998). Кроме того, дельта-синхронизация была выражена преимущественно во время бессознательных периодов обработки (до 300 мс после стимула). Однако когда субъекту было предложено оценить эмоциональное содержание стимула, синхронизация была выявлена на более поздней стадии обработки, которая рассматривается как сознательная (Knyazev et. al., 2009).

Альфа-колебания коррелируют с тормозными процессами, которые способствуют различным когнитивным операциям, таким как внимание и память (Kostandov et al., 2010).

В альфа-диапазоне имеется несколько поддиапазонов с разной функциональной значимостью. Низкие частоты (6-10 Гц) альфа-ритмов в ответ на стимуляцию отражают

процессы внимания (в том числе к зрительным стимулам в затылочно-теменной коре), а высокие частоты (10-14 Гц) отвечают за семантическую обработку сенсорной информации, поиск и воспроизведение информации в семантической долговременной памяти (Klimesch, 1999; Bazanova, Vernon, 2014; Bazanova, 2012). Синхронизация и десинхронизация альфа-ритмов на разных поддиапазонах и их связь с различными участками мозга, демонстрируют либо интермодальные, либо внутримодальные взаимодействия. (Pfurtscheller, 2003).

Функционально альфа-ритм связан с процессами избирательного внимания (Pfurtscheller, Lopes da Silva, 1999) и процессами избирательного тормозного контроля (Klimesch, 1999; Pfurtscheller, Lopes da Silva, 1999). Наблюдается четкая связь между альфа-активностью и факторами внимания, а также существует корреляция между альфа-ритмами и повышенными требованиями к задаче. Активное торможение альфа-ритмов необходимо для внутренних психических операций (Cooper et al., 2003). Десинхронизация альфа коррелирует с поведенческой системой торможения (BIS, behavioral inhibition system) в правой лобной области (Balconi, Mazza, 2009) и проявляется при болевой стимуляции (Del Percio et al., 2006).

Учет индивидуальных альфа-пиков и фазы менструального цикла испытуемых вносит существенный вклад в результаты эксперимента, что отражено в исследованиях О.М. Базановой (Bazanova, Aftanas; 2008; Bazanova, 2003).

Существует обратнoзависимые отношения альфа и дельта ритмов (Klimesch, 1999).

Функциональное значение альфа-активности исследуется с 90х годов (Başar, Schurmann, 1996), и выяснено на данный момент, что имеются важные функциональные корреляты, включая сенсорные, моторные функции и функцию запоминания (Başar, 2012b), обладает авторитмичностью и ответной реакцией (Bazanova, 2012).

Бета-колебания коррелируют с ментальной активностью, когнитивными процессами (Schack, Krause, 1995), рабочей памятью (Onton et al., 2005; Tallon-Baudry et al., 1998), слуховой оперативной памятью (Peterson, Thaut, 2002), целевой стимуляцией (Güntekin et al., 2013, Kukleta et al. 2009), движением (Haenschel et al., 2000), состоянием внимания и связаны с поддержанием состояния бдительности, когнитивной обработкой эмоциональных стимулов (Güntekin, Başar, 2007b; Başar et al., 2010; Miskovic, Schmidt, 2010).

Гамма-диапазон коррелирует с когнитивными процессами (Başar et al., 2001; Herrmann et al., 2010) и памятью (Başar, 2013; Gruber et al., 2002; Herrmann et al., 2010; Tallon-Baudry et al., 1998), автобиографическим воспроизведением памяти (Knyazev et al., 2013), взаимосвязан диапазоном бета-1 (12–20 Гц) (Haenschel et al., 2000). Все формы



физиологического гамма-ритма основаны на торможении и характеризуются ритмическими рядами тормозных постсинаптических потенциалов в популяциях основных нейронов (Whittington et al., 2010). Активность в гамма-диапазоне наблюдается во время обработки эмоциональной информации о лице. (Balconi, Lucchiari, 2008; Minami et al., 2011). При восприятии угрожающих и/или испуганных лиц активируется миндалина (Luo et al., 2007). Показано, что гамма-активность снижается при предъявлении лица, но в целом выше при показе знаменитых, чем неизвестных лиц. Это проливает свет на сложное взаимодействие между семантической и эпизодической памятью на лица и нейронной динамикой (Zion-Golombic et al., 2010). Гамма-колебания связаны с когнитивными процессами, т.к. функция связывания множества признаков воспринимаемого объекта требует сравнения с содержимым, хранящимся в памяти (Herkmann et al., 2010; Başar, 2012a).

Тета-колебания связаны с процессами памяти, внимания, эмоций, бдительности и восприятия значимой информации (Başar, 1998; Başar, 1999; Klimesch, 1999; Cohen et al., 2007; Sobotka et al., 1992; Sauseng et al., 2010). Мощность колебания в частотном диапазоне тета-ритма усиливается в состоянии благодати и при положительных эмоциях (Aftanas, Golocheikine, 2001), а также активизируется при когнитивных нагрузках (Başar-Eroglu et al., 1992; Başar-Eroglu, Demiralp, 2001; Mazaheri, Picton, 2005; Cohen et al., 2009; Nigbur et al., 2012), . При нарастании эффективности выполняемого задания мощность тета-ритма уменьшается, и наоборот (Klimesch, 1999). Выявлено, что тета-диапазон активизируется при выполнении заданий, связанных с эпизодической или контекстной памятью (Nyhus, Curran, 2010; Sauseng et al., 2010), состояниями эмоционального возбуждения и интеллектуального напряжения (Başar-Eroglu et al., 1992; Başar-Eroglu, Demiralp, 2001; Klimesch, 1999; Mazaheri, Picton, 2005; Кныазев, 2007), что необходимо при социальных взаимодействиях.

Поскольку реактивное поведение связано с обработкой эмоций (т. е. распознавание эмоциональной валентности предъявляемого лица и выбором эмоционально адекватного ответа), мы ожидали обнаружить основные эффекты в диапазоне тета-частот, потому что эти именно в этом диапазоне частот наблюдаются многочисленные связи с эмоциональным возбуждением (Bekkedal et al., 2011; Güntekin, Başar, 2014; Кныазев, 2007; Aftanas et al., 2001; Aftanas et al., 2002; Balconi, Lucchiari, 2006; Balconi, Lucchiari, 2008; Güntekin, Başar, 2009; Gonzalez-Roldan et al., 2011). Частоты мозговой активности, характерные для тета-ритма, преобладают над другими частотами при эмоциональных процессах (Aftanas et al., 2001; Aftanas et al., 2003b; Krause et al., 2000), процессах распознавания и обработки мотивационной и эмоциональной значимости стимула (Başar,

1998; Başar, 1999), в ответ на эмоциональные выражения лиц (Balconi, Lucchiari, 2006; Zhang et al., 2012b; Gonzalez-Roldan et al., 2011; Knyazev et al., 2009; Knyazev et al., 2010; Kostandov et al., 2010) и на предъявление других эмоциональных стимулов (Aftanas et al., 2004; Doppelmayr et al., 2002; Nishitani, 2003; Güntekin, Başar, 2009; Gonzalez-Roldan et al., 2011; Knyazev et al., 2002; Knyazev et al., 2008). В контексте предъявляемых эмоциональных выражений лица, будь то испуганное выражение лица в парадигме обратной маскировки (backward masking paradigm) (Zhang et al., 2012b) или эмоциональное выражение лица, выражающего боль и гнев (Gonzalez-Roldan et al., 2011), или любое другое эмоциональное выражение лица - происходит синхронизация тета-колебаний (Knyazev, Slobodskoj- Plusnin, 2007; Knyazev et al., 2008; Knyazev et al., 2009).

Анатомически, при предъявлении эмоциональных выражений лиц, происходит увеличение тета-синхронизации во фронтальной области (Aftanas et al., 2004; Doppelmayr et al., 2002; Nishitani, 2003; Knyazev et al., 2009), височной и теменно-затылочной областях (Güntekin, Başar, 2009; Gonzalez-Roldan et al., 2011; Kostandov et al., 2010). Также этот ритм активизируется при определении стратегии дальнейшего поведения (Kamaraajan et al., 2008; Cohen et al., 2009), из-за чего в этой работе при выборе реакции у испытуемых ожидалось обнаружить эффекты именно в этом частотном диапазоне.

Осцилляции тета-ритма (4-7 Гц) (Buzsaki, 2004, 2006) активизируются в гиппокампе и передней поясной извилине (Pizzagalli et al., 2003; Nishida et al., 2004), включают структуры промежуточного мозга и неокортекса (Kirk, Mackay, 2003). При такой эмоциональной реакции, как страх, активизируются гиппоталамус и миндалина на частотах тета-ритма (Seidenbecher et al., 2003).

Очевидно, что личностные характеристики человека и его эмоциональное состояние значительно влияют на жизнь человека и на социальное взаимодействие (Hamann, Narenski, 2004). Также установлена связь между эмоциональными и мотивационными чертами в экспериментах, в которых электрокортикальные (например, фронтальная альфа-асимметрия) и сомато-висцеральные параметры измерялись в различных ситуационных контекстах (например, после индукции либо гнева, либо страха, либо тревоги (Stemmler, Wacker, 2010). Следует заметить, что индивидуальные различия, связанные с личностными чертами (Aftanas et al., 2003a; Knyazev et al., 2008b), оказывают ключевое влияние на то, как мы воспринимаем и реагируем на эмоции (Britton et al., 2007).

Тета и альфа ритмы являются антагонистами по отношению друг к другу, ведь увеличение мощности тета-ритма противопоставляется десинхронизации альфа-ритма (Klimesch, 1999), связываемой с состоянием покоя и торможением психических процессов

(Pfurtscheller et. al., 1999; Pfurtscheller, 2003; Klimesch, 1999; Klimesch et al., 2009). Краткосрочные требования к памяти приводят к синхронизации в тета-диапазоне, тогда как долгосрочные требования к памяти приводят к десинхронизации, зависящей от задачи в верхней альфа-полосе.

Таким образом, наиболее информативным частотным диапазоном для обнаружения эффектов связи личности и активности мозга в ситуациях социального взаимодействия является тета-диапазон.

#### ***1.4.6. Связь личности, восприятия эмоций и нейрофизиологических аспектов социального поведения.***

Субъективная оценка значимости стимула влияет на реакцию, т.к. в социальных и межличностных суждениях имеет место быть аффективное влияние, что определяет качество социального взаимодействия (Forgas, 2003), ведь именно социальное взаимодействие является основополагающим фактором человека во многих сферах жизни, и существуют определенные анатомические структуры в мозгу, которые связаны с социальными аспектами (Damasio, 1994).

Выражение лица является самым информативным показателем для оценки состояния другого человека. (Ekman, 1993; Ellis, Young, 1998; Waller et al., 2008). Восприятие на эмоциональном уровне обеспечивается стереотипами человека в отношении других людей и окружающего мира (Banaji, Greenwald, 1994).

Лицевая угроза передает важную информацию о неизбежной опасности. Быстрое обнаружение этой информации имеет решающее значение для выживания и социального взаимодействия (Luo et al., 2007). При угрозе активируется миндалина, хотя распознавание человеческих лиц включает в себя более обширные мозговые структуры, в основном в височно-затылочной части (Haxby et al., 2002).

##### ***1.4.6.1. Распознавание базовых эмоций по выражениям лиц.***

Эмоция - это психическое состояние, которое возникает в мозге и тесно связано с нервной системой. Эмоция может быть определена как чувство, выражаемое или определяемое посредством интонации голоса, языка тела выражения лица, как реакция на отношения настроения с другими людьми и, что наиболее важно, на обстоятельства, в которых они находятся (Islam et al., 2019). Эмоции регулируют взаимодействие префронтальной и поясной систем контроля, кортикальной и подкорковой эмоционально-порождающими системами (Dietrich, 2004).

Показано, что выражения лица социального партнера обрабатываются на подсознательном уровне (Dimberg et al., 2000) и в этих процессах участвует миндалина (амигдала) (Williams et al., 2006). Амигдала является ключевой структурой мозга в

процессах обработки эмоциональных действий (Nomura et al., 2004), распознавании эмоциональных выражений лица (Morris et al., 1999), замаскированных стимулов. При эмоциональных стимулах также могут быть активированы другие области головного мозга: нижняя и медиальная лобная извилина, предцентральная извилина, передняя поясная извилина, соматосенсорная кора, верхняя височная и веретеновидная извилина, полосатое тело, таламус и мозжечок (Liddell et al., 2005; Phillips et al., 2004; Rauch et al., 2007). В процессе распознавания эмоциональных выражений лиц также активизируются нейроны гиппокампа, затылочная и правая теменная кора (Adolphs et al., 2002; Kanwisher et al., 2006; Li et al., 2010).

Эмоциональные выражения лица разных статусов связаны с разными структурами мозга. Например, при эмоциях страха активизируется миндалина и другие лимбические области вместе с передней поясной извилиной и префронтальной корой (Biraben et al., 2001; Haxby et al., 2002). При эмоциях печали активизируется левая область миндалины и правая височная корковая зона; раздражение – в орбитофронтальной и передней поясной коре (Li et al., 2010; Schoenbaum et al., 2009). При эмоциях радости активизируются левая нижняя лобная и латеральная затылочная кора (Chiu et al., 2011).

Моральные чувства представляют особый интерес в связке нейрофизиологии и психологии. Функциональная визуализация и клинические данные показывают, что в моральное познание вовлечена последовательная сеть областей мозга, в том числе медиальный орбитофронтальный кортекс, височный полюс и верхняя височная борозда (Moll et al., 2005). Социальная эмоция сожаления опосредуется медиальной орбитофронтальной областью, а также включает в себя активацию областей, связанных с биологическими эмоциями, например, передней поясной извилины, гиппокампа и миндалины (Coricelli et al., 2005).

Эмоциональная индукция зрительных стимулов осуществляется затылочной корой и миндалиной, воспоминание эмоциональных образов – передней сингулярной корой и инсулой, которые включены в решение эмоциональных задач с когнитивной нагрузкой (Adolphs et al., 2002; Kanwisher et al., 2006; Li et al., 2010). Медиальная префронтальная кора активизируется при предъявлении эмоциональных стимулов, эмоциональных воспоминаниях, и внимании к собственным эмоциям (особенно вентральная часть) и, вероятно, выполняет интегрирующую роль в обработке эмоциональных стимулов (Schurz et al., 2014; Cunningham et al., 2004).

#### *1.4.6.2. Оценка черт личности и их связи с поведением*

Для определения связи индивидуальных различий в социальных процессах с личностью, использовалась пятифакторная модель личности в качестве наиболее

согласованной структуры (Costa, McCrae, 1992; Goldberg, 1990). Помимо открытости, отношение которой к социальному поведению не самоочевидно, все другие аспекты личности могут как-то участвовать в реактивном социальном поведении. Нейротизм/эмоциональная стабильность связана с чувствительностью к (негативным) эмоциональным признакам, экстраверсия связана с социальным поведением и позитивной эмоциональностью, конформность связана с соблюдением/нарушением правил (Costa, McCrae, 1992). Однако можно утверждать, что конформность - это то самое измерение личности, которое однозначно предсказывает межличностные диспозиционные изменения. Конформность связана с дружелюбностью, альтруизмом и уступчивостью по отношению к потребностям других в сравнении с конкурентоспособностью, враждебностью, эгоистичностью, злобностью и ревностью (Graziano, Eisenberg, 1997; Ode et al., 2008; Robinson, 2007). Было показано, что конформность коррелирует с социально-когнитивными показателями ТоМ (Nettle, Liddle, 2008) и наиболее сильно (по сравнению с четырьмя другими аспектами личности) коррелирует с мерой социальной реактивности (Paulinus et al., 2012). Принимая во внимание два основных аспекта конформности, показано, что сострадание, но не вежливость, связано с улучшением умственных способностей (Allen et al., 2017).

Интересно выяснить, как реактивное социальное поведение в модели виртуального взаимодействия опосредовано электрической активностью в мозге и как эти отношения связаны с личностью. В работах Князева установлено, что черты личности влияют на восприятие социальных эмоциональных стимулов (Knyazev et al., 2008b; Knyazev et al., 2013).

Наиболее существенные различия были обнаружены между пассивным и активным поведением. (Князев, 2013). Пассивное поведение – это избегание контакта. Активное поведение – предложение дружбы или атака. Активные типы поведения по сравнению с пассивными демонстрировали более высокоамплитудные ответы в большинстве полос частот, которые в основном наблюдались в областях коры, перекрывающихся с DMN. Разница в этих двух типах поведения была более заметна у субъектов, предрасположенных к поведению сближения (то есть у агрессивных или общительных людей), и была менее ярко выраженной у субъектов, предрасположенных к поведению избежания. Лица с высокими показателями тревожности более предрасположены к избеганию. Эти данные согласуются с предыдущими результатами, показывающими влияние черт личности на восприятие социальных эмоциональных стимулов (Knyazev et al., 2008a) и колебательные реакции на сигналы, связанные с приближением и избеганием (Knyazev, Slobodskoj-Plusnin, 2007).

Надо заметить, что это первое исследование реактивного социального поведения, которое включает в себя все его основные компоненты (то есть агрессию, избегание и дружелюбие). Интерес явно исследовательский, и в распоряжении только предварительные гипотезы, основанные на смежных областях исследований. Предполагается, что если корреляции нейрофизиологических аспектов мозга с реакциями при социальном поведении будут обнаружены, то эффект опосредования (эффект медиации) будет связан с тета-активностью в RTPJ, mPFC или других регионах DMN/ToM, а личностный эффект в этом случае будет связан с конформностью.

Помимо пятифакторной модели личности, существует множество других характеристик, описывающих характер человека. Ряд диагностических шкал используется не только в исследовательской, но и в клинической практике.

Шкала устойчивости (Resilience Scale, RISC) отражает тенденцию думать о себе в терминах отношений с близкими людьми, что влияет на ранжирование отношений (например, близость, приверженность, воспринимаемое сходство) (Cross et al., 2000). Показано, что люди с высоким уровнем RISC будут сообщать о большем количестве поддерживающего отношения поведения (например, более высокий уровень доверия, более интимное раскрытие информации), будут лучше выполнять функции дружбы (например, помощь, эмоциональная безопасность, стимулирующее общение) и сообщать более высокое качество отношений, чем у людей с низким уровнем RISC (Morry, Kito, 2009). В исследовании дружбы так же сделан вывод о том, что люди с высокой оценкой по шкале RISC более конструктивно строят отношения в коллективе (Mattingly et al., 2011).

Опросник STAI (Stait-Trait Anxiety Inventory, опросник Спилбергера, Spielberg et al., 1983; Marteau, Bekker, 1992) – служит для оценки ситуативной тревожности и тревожности как личностной характеристики у взрослых индивидуумов. Тревожность определялась Фрейдом как «что-то осязаемое», эмоциональное состояние, включающее в себя чувство опасения, напряжения, нервозности и беспокойства, сопровождающееся физиологическим возбуждением. В соответствии с эволюционной точкой зрения Дарвина, Фрейд заметил, что тревога является адаптивной в мотивирующем поведении, которое помогает людям справляться с угрожающими ситуациями, и что сильная тревога преобладает при большинстве психических расстройств (Spielberger, 2010).

Теория чувствительности к подкреплению (Теория Грея, Reinforcement Sensitivity Theory, RST) позволяет оценить такие качества личности как тревожность и импульсивность (Gray, 1970; Gray, 1981; Gray, 1987). Теоретическое рассмотрение нейронных и психологических процессов, лежащих в основе фундаментальных свойств личности указывает на две неврологические системы, которые отвечают за поведенческую

реакцию на внешние раздражители (Cogg, 2008). Во-первых, это система поведенческого торможения (Behavioral Inhibition System, BIS) связана с аверсивной мотивационной системой. Она чувствительна к стимулам наказания и отвечает за торможение поведения в рискованных ситуациях. Предполагается, что BIS является психофизиологической основой тревожности. Во-вторых, это поведенческая система активации (Behavioral Activation System, BAS), которая чувствительна к вознаграждениям и регулирует поведение, направленное на вознаграждение. Предполагается, что BAS является основой импульсивности (Gray, 1987). Чрезмерная активность этих систем связана с психопатологическими проявлениями (Knyazev et al., 2008a). BIS отвечает за пассивное избегание и играет слабую роль в активном избегании (Gray, 1979), а также за переживание негативных чувств, таких как страх, беспокойство, разочарование и грусть в ответ на высказывания (Gray, 1978; Gray, 1981; Gray, 1990), а BAS отвечает за переживание позитивных чувств, таких как надежда, восторг, и счастье (Gray, 1977; Gray, 1981; Gray, 1990). Изучение взаимосвязь между такими важными качествами личности, как экстраверсия, невротизм, BAS, BIS, показало, что эти различные черты имеют одну основу: выбор между сближением и избеганием (Elliott, Thrash, 2002). В свою очередь, сближение и избегание - это альтернативные поведенческие реакции, отражающие два основных способам справиться со стрессом (Roth and Cohen, 1986).

Шкала самостоятельности Сингелиса (Self-Construal Scale, SCS, Singelis, 1994) предназначена для оценки степени зависимости от окружающих (коллективизм) и степени независимости (индивидуализм). Осознание себя как части коллектива и индивидуума отражает акцент на связанности и отношениях, часто встречающийся в незападных культурах (взаимозависимость), а также обособленность и уникальность индивидуума (независимость), подчеркиваемую на Западе. Постулируется, что эти два образа себя сосуществуют у людей, и разработана 24-позиционный опросник, «измеряющий» два измерения собственного образа. Эта характеристика личности широко исследуется в рамках культурной нейронауки (Triandis et al., 1986). Выраженность коллективизма/индивидуализма оказывает влияние на восприятие интерактивных ограничений как значимых или незначимых (Kim et al., 1994): коллективизм положительно коррелирует с заботой о чувствах других и заботой о том, чтобы избежать обесценивания со стороны слушателя, а индивидуализм положительно коррелирует с заботой о ясности достигаемых целей.

Использование нескольких опросников позволяет более полноценно описать личность испытуемого, что в свою очередь позволяет выявить зависимость поведенческой реакции от личностных характеристик и проанализировать характер опосредования

(медиации) поведенческой реакции на стимул с учетом особенностей личности испытуемого.



## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Одной из причин слабого изучения нейрофизиологических аспектов реактивного социального поведения является трудность разработки действующей экспериментальной модели, позволяющая изучать социальные взаимодействия в лаборатории. В этом исследовании используется модель виртуальных социальных взаимодействий, которая, несмотря на свою явную искусственность, имеет неоспоримое преимущество в возможности изменять основные параметры ситуации (стимулы) и регистрировать реакции испытуемого на эти изменения, то есть изучать реактивные и неактивные компоненты поведения испытуемого (Knyazev et al., 2011; Knyazev et al., 2013; Knyazev et al., 2015; Knyazev et al., 2016; Knyazev et al., 2017; Knyazev et al., 2018; Knyazev et al., 2019). Интересен опыт применения тестов условного рассуждения, в которых испытуемым предлагались условные ситуации для выполнения аналитических тестов, а ответы испытуемых анализировались по типу проективных психологических методов: выбор более или менее агрессивного ответа, например, свидетельствовал о большей или меньшей собственной агрессивности испытуемого, соответственно (Berry et al., 2010). Участникам предъявлялись изображения эмоциональных выражений лица с предложением представить, что они настоящие люди. Они должны выбрать один из трех вариантов: «подружиться», «избежать» или «атаковать». Изменяемым параметром является эмоциональное выражение предъявляемого лица. Предыдущие исследования показали, что выбор, который делают участники, зависит от их личности, т.е. соответствует ожиданиям испытуемого с учетом основополагающих личностных качеств испытуемого (Knyazev et al., 2011; Knyazev et al., 2013; Knyazev et al., 2015; Knyazev et al., 2016; Knyazev et al., 2017; Knyazev et al., 2018; Knyazev et al., 2019). Обзоры показывают, что прогностическая достоверность условных аналитических тестов агрессии аналогична показателям индивидуальной оценки личности, и наблюдается отсутствие подвержения искажениям в связи с социальной предпочтительностью при умалчивании о качестве, выявляемом в конце теста, т.е. об агрессивности, к примеру (LeBreton et al., 2007). Таким образом, лица с высокими показателями враждебности имеют тенденцию чаще атаковать, тогда как общительные участники склонны к дружескому поведению, а субъекты с высокими показателями тревожности по признакам предпочитают избегать (Knyazev et al., 2013). Принимая во внимание тот факт, что анкетные опросники личности подразумевают поведение людей в обычных жизненных ситуациях, то эти наблюдения показывают, что поведение в ВССВ, по сути, такое же, как и в действительной реальной жизни. По аналогии приведенных исследований предполагается, что поведение в смоделированной ситуации взаимодействия в условиях лаборатории будет отражать тенденции поведения

испытуемых в социуме при условии соответствующим образом сформулированной инструкции. В результате исследований с применением ситуационных оценочных тестов (Situational judgment tests), была выдвинута концепция политики неявных черт (implicit trait policy), что предполагает влияние личностных характеристик на поведение (Motowidlo et al., 2006; Lievens, Motowidlo, 2016).

## **2.1. Испытуемые**

Выборка включала 43 участника (16 мужчин, средний возраст 24 года, SD = 6), из которых в трех экспериментах сразу участвовали 39 человек (средний возраст 26,9; SD = 7,5; 24 женщины и 15 мужчин). Из этой выборки 39 участников были трижды приглашены в лабораторию для выяснения надежности проводимого эксперимента 39 жителей Кавказа (средний возраст 26,9; SD = 7,5; 61,5% женщин. Эти три визита были разделены на две-три недели. Для участия в эксперименте не допускались люди с неврологическими, психическими и серьезными соматическими заболеваниями, с повреждениями головного мозга. Все испытуемые были праворукими согласно опроснику Annett (1970) и имели нормальное или скорректированное до нормального зрение. Участники получали за участие в эксперименте вознаграждение, эквивалентное примерно 5% от ежемесячного прожиточного минимума. Все испытуемые дали информированное согласие и заполняли анкеты перед экспериментом, где учитывались многие стандартные параметры, включая менструальный цикл у женщин (Bazanovа, 2003). При проведении исследований в соответствии с Хельсинкской декларацией соблюдались все применимые руководящие принципы и положения о защите объектов. Все участники дали информированное согласие на исследование. Работа была одобрена этическим комитетом НИИНМ.

## **2.2. Экспериментальное исследование.**

### ***2.2.1. Схема эксперимента с регистрацией ЭЭГ и заполнением опросников***

Исследование состояло из двух частей – выполнения игры в среде виртуального социального взаимодействия (испытуемый реагировал одним из трех типов после предъявления эмоционального выражения лица) с параллельной регистрацией ЭЭГ и заполнения личностных опросников.

Испытуемые размещались в звуконепроницаемой, тускло освещенной комнате. На экране предъявлялась инструкция с предложением отреагировать. В случае эксперимента по определению связи фактора личности с реактивным поведением в качестве стимуляции использовали ансамбль фотографий, представленных Экманом и Фризенем (Ekman et al., 1972). Были отобраны 30 фотографий, в частности, 5 разных женских и 5 разных мужских лиц с тремя различными выражениями лица (гневный, нейтральный и счастливый). Количество лицевых стимулов составляло 60 для каждого участника, включая 20 лиц

каждой категории.

Фотографии были представлены черно-белыми (17 × 17 см) и отображались на экране на расстоянии 120 см от объекта. Испытуемым предлагается выбрать один из трех вариантов реакции на предъявляемый стимул: «подружиться», «избежать» или «атаковать» (Knyazev et al, 2015). Эти три вида социального взаимодействия являются ведущими по мнению ряда специалистов ( Eysenck, Eysenck, 1975; Kagan, Snidman, 1999; Айзенк Г.Ю., 1999; Eysenck et al., 2000).

В случае определения надежности испытания, при трехкратном посещении лаборатории испытуемым, в качестве стимуляции, предъявляли сердитое, испуганное, грустное, нейтральное и счастливое выражение лица из базы данных Karolinska Emotional Directed Faces (Goeleven et al., 2008).

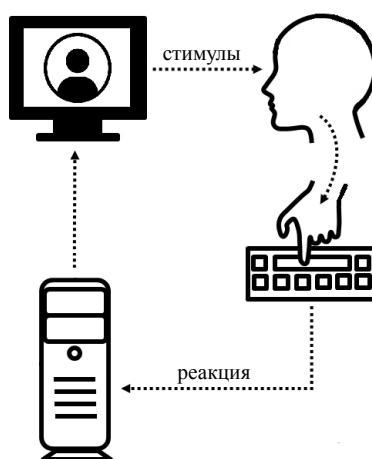


Рисунок 5. Схема эксперимента.

Т.е. случае исследования эффекта опосредования было 60 лицевых стимулов для каждого участника, а в случае проверки надежности исследования их было 100.

Предъявляемые снимки черно-белыми (17 × 17 см) и отображались на экране на расстоянии 120 см от объекта (Рисунок 5). Чтобы ознакомить участников со стимулами и снизить эффект новизны, им сначала было предложено выполнить простую задачу распознавания, в которой им было поручено нажать «1» или «2» при предъявлении соответственно мужского или женского лица. После небольшого перерыва участникам была предоставлена инструкция по задаче социального взаимодействия. Испытуемым предлагается выбрать один из трех вариантов реакции на предъявляемый стимул: «подружиться», «избежать» или «атаковать» (нажав «1», «2» или «3», соответственно, которые располагались на правой стороне клавиатуры) (Knyazev et al, 2015). Участников

просили представить, что лица, которые они видят на экране, являются реальными живыми людьми. Принимая во внимание тот факт, что личностные опросники демонстрируют, как правило, поведение людей в реальных жизненных ситуациях, наблюдения эксперимента в этой модели показывают поведение, приближенное к действительной реальной жизни. Сначала появляется крест в центре экрана в течение 1 секунды в виде сигнала готовности. Затем предьявляется фотография лица. Гневные, счастливые и нейтральные лица предьявлялись случайным образом, а интервал между стимулами варьировался между 4 и 7 с. Скорость реакции определялась по времени, которое тратит испытуемый от момента предьявления креста до момента нажатия клавиши, соответствующей выбранной реакции (рисунок 6).

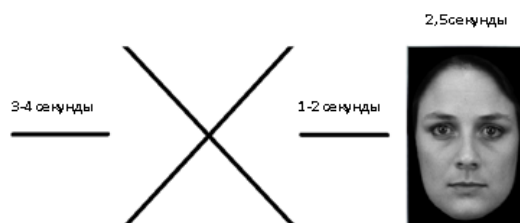


Рисунок 6. Схема одного испытания.

После того, как в течение 1-2 секунд появлялся крест в виде сигнала готовности, целевой стимул (т. е. изображение гневного, нейтрального или счастливого лица) предьявлялся в течение примерно 2,5 секунд, пока субъект не выберет одну из трех реакций («подружиться», «избежать» или «атаковать»).

Реагирование на стимул в виде эмоционального выражения лица происходит после 200 мс, и именно в это время в ВССВ определяется реакция (Balconi, Lucchiari, 2008). Гневные, счастливые и нейтральные лица предьявлялись случайным образом (Рис. 8), а интервал между стимулами варьировался между 4 и 7 с.

После задания по социальному взаимодействию испытуемым было предложено заполнить опросные психометрические анкеты (Приложение 3, 4).

Вторым этапом эксперимента испытуемым предлагалось заполнить следующие опросники, помимо общей информации:

1. Большая пятерка (Big Five, McCrae, Costa, 2003)
2. RISC (шкала устойчивости, Resilience Scale, Cross et al., 2000)
3. STAI (опросник тревожности, Stait-Trait Anxiety Inventory, Marteau, Bekker, 1992)
4. BIS/BAS – (поведенческая заторможенность и активность, Behavioral Inhibition System/ Behavioral Activation System)
5. SCS (шкала самостоятельности, Self-Construal Scale, Singelis, 1994)

Для измерения личности в рамках пятифакторной модели использовался опросник

маркеров факторов «большой пятерки» (Big Five Factor Markers, Князев с соавт., 2010) (<http://ipip.ori.org/newItemTranslations.htm>), которая ранее демонстрировала хорошую надежность и достоверность в популяции России (Князев с соавт., 2010). Для определения личностных характеристик использовался личностный профиль Айзенка EPP-S V6 (Eysenck Personality Profiler Short V6 (Eysenck et al., 2000) - адаптированная русская версия, показавшая достаточно высокую дискриминативность и внутреннюю согласованность (Князев et al., 2004). Остальные опросники применяли в соответствии с общепринятым протоколом.

Общая продолжительность экспериментальной части с ЭЭГ составляла около 2-2,5 часов в зависимости от скорости выполнения задания испытуемыми.

### **2.2.2. Запись и обработка ЭЭГ**

Запись ЭЭГ была получена с использованием 118 электродов, установленных в NSL Quik-Cap128 в соответствии с расширенной международной системой 10-10 и усилителями «Neuroscan (США) с аналоговым полосовым фильтром 0,1-100 Гц. Частота дискретизации была установлена равной 1000 Гц. В качестве заземления использовался фронтно-центральный электрод, а Cz – в качестве референтного электрода. Сопротивления электродов поддерживались на уровне или ниже 5 кОм. Артефакты ЭЭГ данных были скорректированы с использованием анализа независимых компонентов (Delorme, Makeig, 2004) с помощью инструментария EEGLAB (<http://www.sccn.ucsd.edu/eeglab/>). Миографический компонент был удален из записанных данных. Учитывался факт, что когерентность миографического потенциала высока в низкочастотном диапазоне, где наблюдался эффект в тета-диапазоне, поэтому мы очень внимательно исключили разницу спектральной мощности при открытии-закрытии глаз. Ведь тоническое напряжение мышц играет большую роль при реактивном поведении.

Оцифровка координат электродов производилась с помощью дигитайзера Fastrak 3D Digitizer (<https://polhemus.com/motion-tracking/all-trackers/fastrak/>).

Среднее количество эпох ЭЭГ после коррекции артефактов составило 57 (SD = 3). Повторные измерения ANOVA (Repeated measures ANOVA) не показали значительного влияния эмоциональной категории лица и поведенческого выбора, а также гендерных и психометрических переменных участников на количество удаленных эпох. Количество удаленных компонентов не коррелировало с гендерными и психометрическими переменными участников.

### **2.3. Локализация источников, 3D-реконструкция ЭЭГ-сигнала**

Электрическая активность, регистрируемая на поверхности головы (Рисунок 7), представляет собой смесь сигналов, пришедших из разных областей мозга (Makeig et al.,

2004а). Определение находящихся в мозгу электрических источников происходит из расчета обратной задачи по сигналам, регистрируемым с поверхности головы (Рисунок 8), является нетривиальной задачей, которая не имеет однозначного решения. Оборудование регистрирует потенциалы на поверхности головы, в то время, как исследовательский интерес представляют источники электрических сигналов, расположенные внутри головного мозга, локализация этих источников в функциональных областях коры головного мозга.

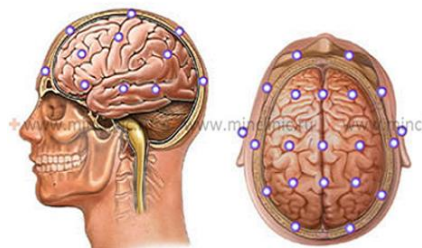


Рисунок 7. Электрическая активность, регистрируемая на поверхности головы.

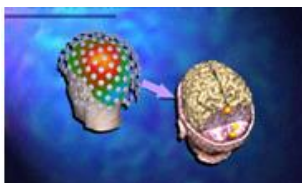


Рисунок 8. Локализация источника по данным ЭЭГ.

Обратная задача.

Поскольку количество источников на несколько порядков больше, чем количество регистрирующих электродов, то математически, эта задача имеет бесконечное число решений, и нужно вводить дополнительные ограничения в условия задачи. Существующие методы локализации источников различаются по тому, какие ограничения заложены в них в качестве аксиомы, но в силу неопределенности проблемы все они имеют несравненно более низкое пространственное разрешение, чем фМРТ.

Практически это означает, что активность, рассчитанная в двух относительно близко расположенных друг к другу участках мозга, будет коррелировать друг с другом и эта корреляция не имеет отношения к физиологии, а является чистым артефактом неопределенности обратной задачи. Это явление называют утечкой сигнала, и оно является главным препятствием на пути воспроизведения сетей покоя на основе электрофизиологических данных. В работе де Паскуаля и др. (De Pasquale et al., 2010) показано, что дефолтная сеть DMN, воспроизведенная методом картирования корреляций в фМРТ данных и определенная с помощью МЭГ данных, (Brookes et al., 2011c) сильно

различаются. Видно, что в МЭГ данных корреляции в основном сосредоточены вокруг семени, что является результатом утечки сигнала. Эта проблема существует и в ЭЭГ, и в МЭГ, но в ЭЭГ она тяжелее по двум причинам. Во-первых, количество ЭЭГ каналов как правило меньше, чем количество сенсоров в МЭГ, что значительно снижает точность получаемого сигнала, пространственное разрешение. Во-вторых, в ЭЭГ проблема усугубляется наличием общего референтного электрода и тем, что разная проводимость различных биологических тканей вносит искажения в электрические сигналы достигающие поверхности головы. Предложено немало методов борьбы с утечкой сигнала при моделировании источников по МЭГ и ЭЭГ данным. Общая идея большинства методов состоит в том, чтобы удалить из данных так называемые мгновенные, или сиюминутные корреляции, поскольку связанные с утечкой сигнала корреляции не имеют временной задержки, а физиологические связи могут его иметь вследствие, например, синаптической задержки при прохождении импульса из одного участка мозга в другой.

Для определения точного местоположения участков мозга, демонстрирующих повышенную электрическую активность по сравнению с другими участками мозга, перспективно использовать ТМС. Уникальные возможности комбинированной регистрации сигналов ТМС-ЭЭГ позволяют более точно определять местоположение источников электрической активности мозга. (Назарова с соавт., 2017). Однако эта машина настолько дорогая, что редко используется. Поэтому чаще используется метод определения источников локализации по данным ЭЭГ. Пространство, в котором производится поиск источников электрической активности, задается трехмерной сферической головной моделью, зарегистрированной в оцифрованном атласе Talairach, Tournoux (1988).

Определение координат и параметров источников электрической активности в головном мозге по ЭЭГ-данным (или 3D-реконструкция) производится на основе решения обратной задачи (Гнездинский, 2004). Имеется множество методов 3D-реконструкции по записям электрической активности с поверхности головы, таких как, MN (Минимальная Норма) или WMN (Взвешанная минимальная норма), по методу Бэкуса и Гильберта (Pujol, 2013), and WROP (weighted resolution optimization) (Pascual-Marqui, 1999), метод граничных элементов (Boundary element method, BEM) (Fuchs et al., 2001), IBF (информированные базисные функции) (Phillips et al., 2002), 3D моделирование на основе глубинных нейронных сетей (Hammernik et al., 2018; Liu et al., 2017a), WRAP reconstruction (Ramos, Sadri, 2007) и др. Для снижения влияния шума энцефалографа применяется метод гармонии (Harmony method) (Petrov, 2012), основанный на сферических сплайнах в противовес однодипольным моентам в алгоритмах минимальной нормы. В

настоящей работе 3D-реконструкция проводилась программой sLORETA (Pascual-Marqui, 2002).

Локализация источников электрических сигналов в функциональных областях коры головного мозга проводилась с использованием программы sLORETA (Pascual-Marqui, 2002 (URL: <http://www.uzh.ch/keyinst/NewLORETA/sLORETA/sLORETA-Math01.pdf>). Пространство решения ограничено корковым серым веществом и парагиппокампальными зонами.

Алгоритм подготовки входных данных для анализа опосредования (медиационного анализа) проводился с помощью программ sLORETA и MATLAB-скриптов на основе библиотеки EEGLAB из ЭЭГ записей в виде event-related осцилляций (Меркулова Е.А. и др., 2019). Для этого в sLORETA сначала рассчитывали спектральные мощности в тестовом и в фоновом интервале исходных данных, а затем в матлабе считали разницу логарифмов этих показателей и результат переводили обратно в пакет sLORETA. В результате работы пакет sLORETA формирует набор slor-файлов. Каждый slor-файл характеризовал мозговую активность во время отдельной эпохи в выделенном частотном диапазоне.

Забегая немного вперед, можно сказать про преимущество использования выбора метода sLoreta перед методом Loreta, т.к. источник локализации обнаружен лишь в одиночном количестве как для реактивного ответа (правом височно-теменном стыке), так и для нереактивного ответа (левая соматосенсорная кора), что выступает в пользу использования метода sLoreta перед методом Loreta (Bradley et al., 2016; Jatoi et al., 2014).

sLORETA дает изображения стандартизованной плотности источника тока в общей сложности 6239 источников тока при пространственном разрешении 5 мм. Непрерывные артефакты за 1 с до крестовидного креста и 2,5 с после презентации лица были предоставлены для расчета кросс-спектра в sLORETA. Перед 3D-реконструкцией set-файлы преобразуются к входному формату sLORETA. Подготавливаются файлы с координатами электродов и реперных точек, а также данные о спектральной мощности сигналов, разбиваются эти файлы на эпохи и частотные диапазоны. Оценивается плотности источников тока в дельта (2-4 Гц), тета (4-8 Гц), альфа (8-12 Гц), бета (12-30 Гц) и гамма (30-45 Гц). Подготовка входных файлов в формате ASCII (asc-файлов) производится автоматически из set-файлов в соответствии с границами частотных диапазонов, задаваемыми пользователем. Алгоритм подготовки входных данных для sLORETA реализован в виде MATLAB-скрипта на основе библиотеки EEGLAB. В результате работы пакет sLORETA формирует набор slor-файлов. Каждый slor-файл характеризует мозговую активность во время отдельного теста (эпохи) в выделенном



частотном диапазоне. Slor-файл содержит воксельную модель мозга и амплитуды сигналов в каждом отдельном вокселе. Стандартный размер вокселя – 5x5x5 мм. При этом мозг представлен трехмерным массивом 29 x 34 x 24 (всего 23664 вокселя). Коэффициент регуляризации был установлен на уровне 1/100 (Congedo, 2006). Для анализа индуцированных колебаний для каждого вокселя рассчитывались логарифмические (тестовые) логарифмические (опорные) оценки плотности источника тока  $\log(\text{тест}) - \log(\text{эталон})$ , т.е. сначала в sLORETA рассчитывали спектральные мощности в тестовом и в фоновом интервале исходных данных, а затем в матлабе считали разницу логорифмов этих показателей и результат переводили обратно в пакет sLORETA.

Для последующей обработки методом многоуровневого анализа опосредования (медиационного анализа) полученные файлы преобразуются в стандартный расширяемый NIFTI-формат, ориентированный на воксельное представление нейроизображений мозга (Cox et al., 2004). Преобразование ведется в пакетном режиме созданным MATLAB-скриптом с использованием библиотеки spm12 (The FIL Methods Group. SPM12 Manual // Functional Imaging Laboratory, 2013. P. 469. (URL: [https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/doc/spm12\\_manual.pdf](https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/doc/spm12_manual.pdf)).

#### **2.4. Многоуровневый анализ опосредования**

Многоуровневый медиационный анализ (Рис унок 9) (Wager et al., 2008) основан на классической трехкомпонентной модели опосредования или медиационной модели. В этой модели сначала средствами линейного регрессионного анализа определяется связь между независимой переменной X и медиатором M (путь a) и связь между медиатором M и зависимой переменной Y (путь b). А затем определяется эффект опосредования или медиационный эффект (путь ab, то есть, влияние X на Y, промедиированное M), как произведение регрессионных коэффициентов, полученных методом бутстраппинга (Hayes, 2013; Shrout, Bolger, 2002).

В этом исследовании мы стремились ответить на вопрос, каким образом взаимосвязь между стимулом (то есть эмоциональной валентностью предъявленного лица) и ответом (то есть поведенческим выбором) опосредована электрической активностью в мозге. Для этой цели подходит анализ, названный «Параметрическое картирование эффекта опосредования (эффекта медиации)» (Wager et al., 2008).

В целом, надо отметить, что анализ опосредования или медиационный анализ проводится повоксельно, то есть эффект опосредования или медиационный эффект вычисляется для каждого отдельного элемента воксельного представления мозга.

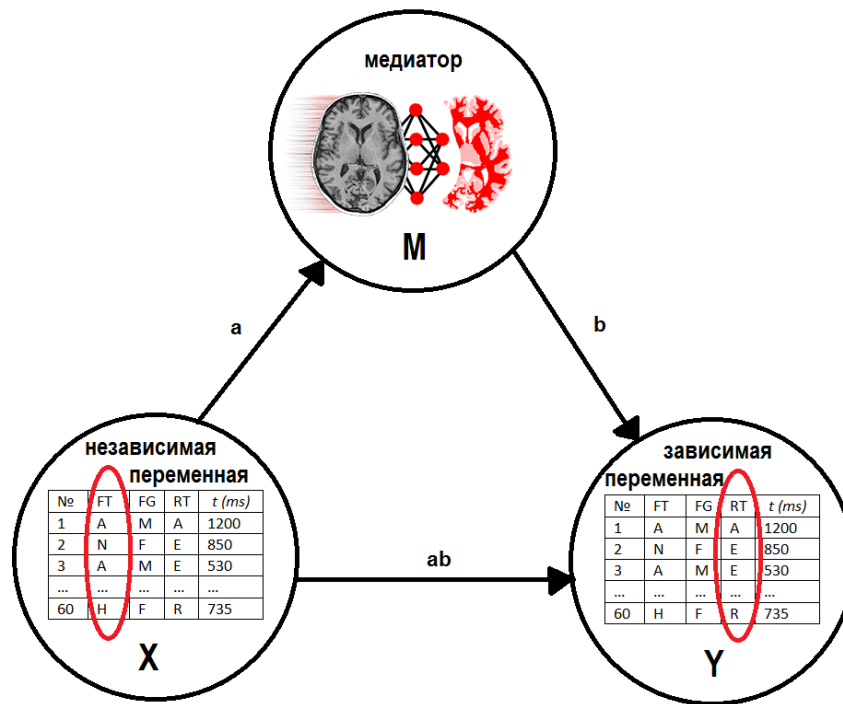


Рисунок 9. Схема анализа опосредования (медиационного анализа).

На первом уровне модель опосредования или медиации оценивалась по каждому субъекту отдельно в 60 экспериментальных эпохах. Для изучения реактивного ответа в качестве независимой переменной использовалась эмоциональная категория стимула (шкала: сердитые лица = 1, нейтральные лица = 0 и счастливые лица = -1) и в качестве зависимой переменной использовался ответ-реакция (шкала: атака = 1, избегание = 0, и предложение дружбы = -1). Чтобы исследовать нереактивный ответ (т. е. ответ, который не зависел от эмоциональных категорий стимулов), переменная ответа была регрессирована по переменной стимула, а остатки использовались в качестве независимой переменной, тогда как ответ снова использовался в качестве зависимой переменной. В обоих случаях связанные с представлением лица изменения плотности источника тока (т. е. интервал тестирования минус базовый уровень (Makeig, 1993) были использованы в качестве опосредующего элемента или опосредователя (медиатора) мозга для реактивного или, соответственно, нереактивного поведенческого ответа. На втором уровне анализа было проведено определение достоверности по всей выборке испытуемых с порогом достоверности  $p = 0,001$ .

Если был выявлен достоверный эффект опосредования (медиации), влияние переменных личности оценивалось путем вычисления корреляций между соответствующими шкалами и коэффициентами  $ab$ , преобразованными по преобразованию Fisher  $z$ . Этот анализ делали под контролем возраста и пола участников.

Статистическая значимость наблюдаемых эффектов оценивалась непараметрическим методом с использованием рандомизации по методу бутстрэп (5000 образцов) с первичным (нескорректированным) порогом 0,001.

Граничный размер кластера определяется с помощью расчета групповой вероятности ошибки первого рода (family-wise error rate, FWER) для множественных сравнений функцией `alphasim` методом моделирования Монте-Карло (Forman et al., 1995) из библиотеки `Neuroelf` (<http://neuroelf.net/>) на основании размера матрицы, содержащей воксельное представление мозга, и порога достоверности ( $p < 0,001$ ) через симуляцию шума. В результате получается набор воксельных моделей с областями, участвующими в выработке реакции, для каждого из исследуемых частотных диапазонов. Многоуровневый анализ опосредования или медиационный анализ проводился с помощью библиотеки в программе `MATLAB` пакетом программ `Mediation Toolbox`. (`Matlab:Mediation_Toolbox_3_26_2010.zip`).

Модератором является качественная или количественная переменная, которая влияет на направление и/ или силу связи между независимой переменной или предиктором (стимулы) и зависимой переменной (реакция). В нашем случае модератором была выбрана шкала эмоциональной валентности стимулов, преобразованная из качественной в количественную переменную шкала (-1, 0, 1). Переменной «-1» соответствовало агрессивное выражение лица, «0» - нейтральное выражение лица и счастливое выражение лица приняло значение «1». Таким образом, получился ряд эмоциональной валентности из трех переменных, что сыграло роль количественной переменной в данном случае. В качестве зависимой переменной использовался ответ-реакция (шкала: атака = 1, избегание = 0, и предложение дружбы = -1).

Переменные-медиаторы – переменные, объясняющие связь между предиктором и критерием, т.е. между стимулом и реакцией. Если переменные модераторы уточняют, когда будут происходить определенные эффекты, медиаторы говорят о том, как или почему такие эффекты возникают.

В результате эффект опосредования (путь  $ab$ ) может быть либо полным, либо частичным. Полным опосредованием называется такой случай опосредования, когда переменная  $X$  перестает оказывать влияние на  $Y$  после контроля над  $M$ . Частичное опосредование происходит, когда путь от  $X$  к  $Y$  уменьшается в абсолютном размере, но по-прежнему отличается от нуля, при контроле медиатора. Заметим, что модель опосредования – это каузальная модель. Например, медиатор предположительно вызывает последствие, но не наоборот. Если предполагаемая модель неверна, результаты анализа опосредования теряют свою ценность.

Модель опосредования использовать начали в 1948 году (Human, 1955; MacCorquodale, Meehl, 1948). Пути (a, b, ab) можно оценить, как на основе множественной регрессии, иногда называемой обычным методом наименьших квадратов, так и другими методами оценки (напр., логистическая регрессия или структурное моделирование). Однако независимо от используемого метода анализа, для проверки опосредования необходимы шаги для проверки гипотез опосредования (предложенные ранее Baron, Kenny, 1986 и Judd, Kenny, 1981).

Для проверки гипотез часто применяют Шаги по Барону и Кенни

#### ШАГИ ПО БАРОНУ И КЕННИ:

Шаг 1: Показать, что исходная переменная коррелирует с конечной, зависимой переменной. Используем  $Y$  как критериальную или зависимую переменную в регрессионном уравнении и  $X$  как предиктор (оцениваем и проверяем путь ab).

Шаг 2: Показать, что исходная переменная коррелирует с медиатором. Используем  $M$  как критериальную или зависимую переменную в регрессионном уравнении и  $X$  как предиктор (оцениваем и проверяем путь a).

Шаг 3: Показывается, что медиатор влияет на конечную переменную-последствие. Используем  $Y$  как критериальную переменную в регрессионном уравнении, а  $X$  и  $M$  как предикторы (оцениваем и проверяем путь b). Недостаточно, чтобы медиатор просто коррелировал с последствием; медиатор и последствие могут коррелировать, поскольку они оба вызываются исходной переменной  $X$ . Поэтому исходная переменная должна контролироваться при установлении влияния медиатора на последствие.

Шаг 4: Чтобы установить, что  $M$  полностью опосредует связь между  $X$  и  $Y$ , влияние  $X$  на  $Y$ , при контроле над  $M$ , должно равняться нулю.

Если условия на всех четырех шагах выполняются, то исходные данные поддерживают гипотезу, что переменная  $M$  полностью опосредует связь  $X - Y$ . Если выполняются условия первых трех шагов, за исключением Шага 4, то это называется частичным опосредованием. Выполнение условий этих шагов, однако, не позволяет окончательно сделать вывод о том, что опосредование имело место быть, поскольку могут существовать другие модели, которые согласуются с исходными данными.

Заметим, что эти шаги рассматриваются в терминах нулевых или ненулевых коэффициентов, а не в терминах статистической значимости. Поскольку в больших выборках могут оказываться значимыми небольшие коэффициенты, а довольно большие коэффициенты оказываются незначимыми в малых выборках, эти шаги не следует рассматривать в терминах статистической значимости. Статистическая значимость информативна, однако другая информация должна быть частью статистического принятия

решений.

Эффект опосредования (медиационный эффект) может быть, как положительным (наблюдается одинаковый знак регрессионного коэффициента пути  $a$  и пути  $b$ ), так и отрицательным (пути  $a$  и  $b$  имеют противоположные знаки регрессионных коэффициентов).

Если бы путь  $c$  оказался противоположным по знаку с путем  $ab$ , тогда это был бы случай, при котором условие первого шага по Кени и Барену могло бы не выполняться, но при этом все же присутствовало бы опосредование. В такой ситуации медиатор повел бы себя как подавляющая переменная (отрицательный коэффициент опосредования). В противоположном случае, когда пути  $c$  и  $ab$  имеют одинаковые знаки, медиатор ведет себя как усиливающая переменная. Поэтому мы и разделили всех участников на группу  $rNEG$ , где медиатор ведет себя как подавляющая переменная (отрицательный коэффициент опосредования) и  $rPOS$  (положительный коэффициент опосредования), где медиатор выступает усиливающей переменной. Положительные коэффициенты опосредования могут быть при совпадении регрессионных коэффициентов  $a$  или  $b$ , т.е. как при положительных знаках регрессионного коэффициента, так и при отрицательных, главное – чтобы регрессионные коэффициенты совпадали по знаку. Отрицательные коэффициенты опосредования также могут быть в двух случаях: при несовпадении регрессионных коэффициентов, т.е. может быть вначале положительный, а затем отрицательный коэффициент регрессии, но в итоге коэффициент опосредования  $c$  будет отрицательным. И аналогично в обратную сторону, т.е. может быть вначале отрицательный, а затем положительный коэффициент регрессии, а в сумме коэффициент  $c$  будет отрицательным. В контексте нейрофизиологического исследования можно сказать, что при нарастании агрессивности стимула увеличивается тета-синхронизация и в то же время происходит нарастание агрессивного ответа. То же самое и в обратную сторону, т.е. при уменьшении доброжелательности стимула увеличивается тета-синхронизация и происходит уменьшение дружелюбного ответа. В группу  $rPOS$  входят те испытуемые, которые с возрастанием эмоционального возбуждения и сопутствующей тета-синхронизацией показывали меньшее желание взаимодействовать.

#### ИЗМЕРЕНИЕ ОПОСРЕДОВАНИЯ ИЛИ НЕПРЯМОГО ВЛИЯНИЯ

Степень опосредования, определяется как уменьшение влияния исходной переменной на последствие. Эта разность в коэффициентах теоретически означает то же самое, что произведение влияния ( $X$  на  $M$ ) с влиянием ( $M$  на  $Y$ ), или путь  $ab$ ; Точность влияния происходит, если:

- (а) используется множественная регрессия;

(б) в выборочных оценках нет пропущенных данных;

(в) в этом уравнении одни и те же ковариаты.

Однако обе части лишь приблизительно равны для многоуровневых моделей, логистического анализа и моделирования структурными уравнениями с латентными переменными. В случае таких моделей нецелесообразно начинать вычислять с Шага 1, скорее  $c$  должно выводиться как  $c' + ab$  и вычисляться не напрямую. Заметим, что степень уменьшения во влиянии  $X$  на  $Y$  не эквивалентна изменению в объясняемой дисперсии или изменению в статистике вывода, такой как величина  $F$  или  $r$ . Ведь величина  $F$  может сильно уменьшаться от исходной переменной к последствию, даже если медиатор не влияет на последствие! Она также не эквивалентна изменению в частных корреляциях [partial correlations]. Если выполняются условия Шага 2 (проверка  $a$ ) и Шага 3 (проверка  $b$ ), из этого с необходимостью вытекает уменьшение во влиянии  $X$  на  $Y$ . Один из способов проверки нулевой гипотезы, что  $ab = 0$  состоит в проверке того, что оба,  $a$  и  $b$ , равны нулю (Шаги 2 и 3). Если используется такая стратегия и требуется .05 вероятность объединенного теста, что  $a = 0$  и  $b = 0$ , то для корректной степени защиты от ошибки 1 типа альфа для тестов  $a$  и  $b$  необходимо снизить до .0253. Гораздо более широко используется и чаще рекомендуется использовать единственный тест на проверку пути  $a$  (MacKinnon et al., 2002). Этот тест первым предложил Соубел (Sobel, 1982). Он требует привлечения стандартной ошибки  $a$  или  $sa$  (которая равняется  $a/ta$ , где  $ta$  есть  $t$ -тест коэффициента  $a$ ) и стандартной ошибки  $b$ , или  $sb$ . Тест Соубела позволяет представить стандартную ошибку приблизительно равной квадратному корню из  $b$ . Предлагались также другие стандартные ошибки, однако тест Соубела используется чаще остальных. Проверка непрямого влияния производится путем деления  $ab$  на квадратный корень из вышеупомянутой дисперсии и интерпретации такого соотношения как  $Z$ -теста (т.е., абсолютная величина более 1.96 является значимой на уровне .05). Тест Соубела очень консервативен (MacKinnon et al., 1995), поэтому МакКиннон и другие предложили более эффективные тестовые методы. Одной из таких стратегий является бутстраппинг (Shrout, Bolger, 2002).

Оценка опосредования в многоуровневых моделях может сильно усложняться, особенно когда опосредование возникает только на одном уровне, и ему одновременно еще разрешается быть случайным (Krull, MacKinnon, 1999; Kenny et al., 2003; Bauer et al., 2006). Многоуровневое моделирование опосредования случайного характера было произведено в нашем случае.

На первом уровне модель опосредования или медиации оценивалась по каждому субъекту отдельно в 60 экспериментальных эпохах. Для изучения реактивного ответа в

качестве независимой переменной использовалась эмоциональная категория стимула (шкала: сердитые лица = 1, нейтральные лица = 0 и счастливые лица = -1) и в качестве зависимой переменной использовался ответ-реакция (шкала: атака = 1, избегание = 0, и предложение дружбы = -1). Чтобы исследовать нереактивный ответ (т. е. ответ, который не зависел от эмоциональных категорий стимулов), переменная ответа была регрессирована по переменной стимула, а остатки использовались в качестве независимой переменной, тогда как ответ снова использовался в качестве зависимой переменной. В обоих случаях связанные с представлением лица изменения плотности источника тока (т. е. интервал тестирования минус базовый уровень (Makeig, 1993) были использованы в качестве опосредующего элемента или опосредователя (медиатора) мозга для реактивного или, соответственно, нереактивного поведенческого ответа. На втором уровне анализа было проведено определение достоверности по всей выборке испытуемых с порогом достоверности  $p = 0,001$ .

Если был выявлен достоверный эффект опосредования (медиации), влияние переменных личности оценивалось путем вычисления корреляций между соответствующими шкалами и коэффициентами  $ab$ , преобразованными по преобразованию Fisher  $z$ . Этот анализ делали под контролем возраста и пола участников. Статистическая значимость наблюдаемых эффектов оценивалась непараметрическим методом с использованием рандомизации по методу бутстрэппинга (5000 образцов) с первичным (нескорректированным) порогом 0,001 (Shrout, Bolger, 2002). Граничный размер кластера определяется с помощью расчета FWER для множественных сравнений функцией  $\alpha$ sim методом моделирования Монте-Карло (Forman et al., 1995) из библиотеки Neuroelf (<http://neuroelf.net/>) на основании размера матрицы, содержащей воксельное представление мозга, и порога достоверности ( $p < 0,001$ ). В результате получается набор воксельных модулей с областями для каждой реакции, для каждого из исследуемых частотных диапазонов. Многоуровневый анализ опосредования или медиационный анализ проводился с помощью библиотеки в программе MATLAB пакетом программ Mediation Toolbox. (Matlab:Mediation\_Toolbox\_3\_26\_2010.zip).

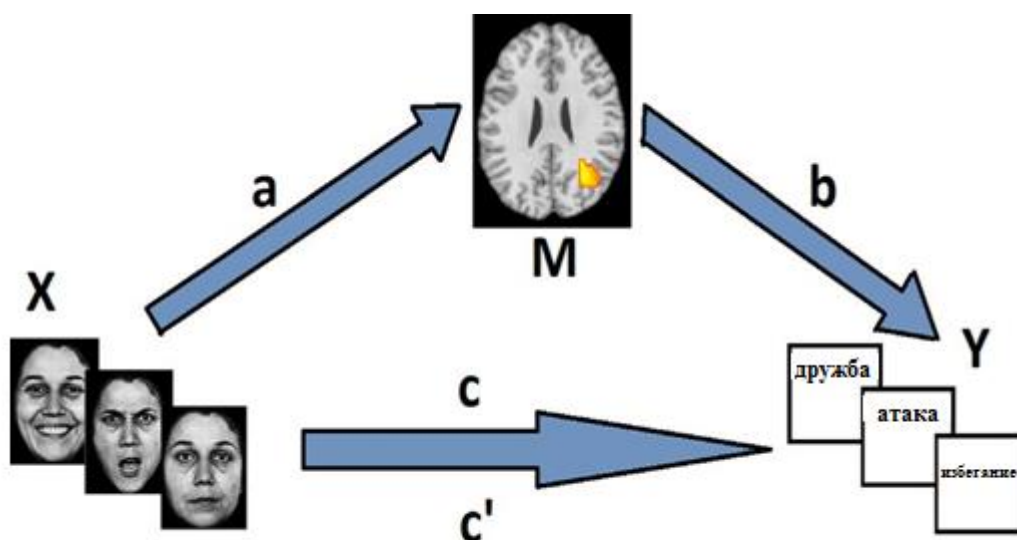


Рисунок 10. Модель опосредования (модель медиации), используемая на первом уровне многоуровневого анализа опосредования (многоуровневого медиационного анализа) *Связи между предиктором X (категория эмоционального лица) и опосредователем (медиатором) M (путь a) (связанная с событием осциляторная активность в мозге) (путь и между опосредователем (медиатором) M и зависимой переменной Y (выбор поведения) (путь b) оцениваются как средние значения коэффициентов по методу линейной регрессии у каждого субъекта в отдельности. Эффект опосредования (эффект медиации), т. е. влияние X на Y, опосредованное M (путь ab), рассчитывается как произведение двух результирующих коэффициентов регрессии a и b.*

Многоуровневый анализ опосредования (медиации) включает компонент, который предварительно не учитывался в одноуровневом анализе опосредования (медиационном анализе). Эффект опосредования (эффект медиации), т.е. уменьшение отношения стимул-реакция при контроле опосредователя (медиатора), обусловлен сочетанием последовательных эффектов (пути a и b) по группе субъектов и ковариацией между путями a и b по отдельным лицам (Kenny et al., 2003). Это подразумевает, что область может быть опосредователем (медиатором) между независимыми и зависимыми переменными либо потому, что она используется одинаковыми способами всеми субъектами (например, область демонстрирует увеличение коэффициента опосредования (медиации), когда эмоциональная категория лица меняется со счастливой на нейтральную и с нейтральной на сердитую [путь a] (Рисунок 10) и большая активация предсказывает менее дружелюбный/более агрессивный поведенческий ответ [путь b] (Рисунок 10) или потому, что у каждого индивидуума изменяется коэффициент опосредования (медиации) согласованным образом по путям a и b. Например, для субъектов, у которых наблюдается



увеличение коэффициента опосредования (медиации), более высокая активация предсказывает более агрессивный ответ и для субъектов, показывающих снижение коэффициента опосредования (медиации), меньшая активация предсказывает более агрессивный ответ. Чтобы проверить, был ли эффект опосредования вызван эффектами по всей группе или ковариацией между эффектами стимула и ответами, связанными со стимулом, мы определяли кластеры, которые продемонстрировали эффект опосредования (медиационный эффект), и извлекли пробные данные от каждого субъекта в каждом кластере. Затем мы проверили, были ли значимые эффекты в группе в путях а и b (т. е. был ли достоверный групповой эффект, который можно было найти с помощью стандартного t-критерия (one-sample t-test) для коэффициентов пути а или пути b, или были ли достоверные корреляции между коэффициентами а и b у отдельных лиц.

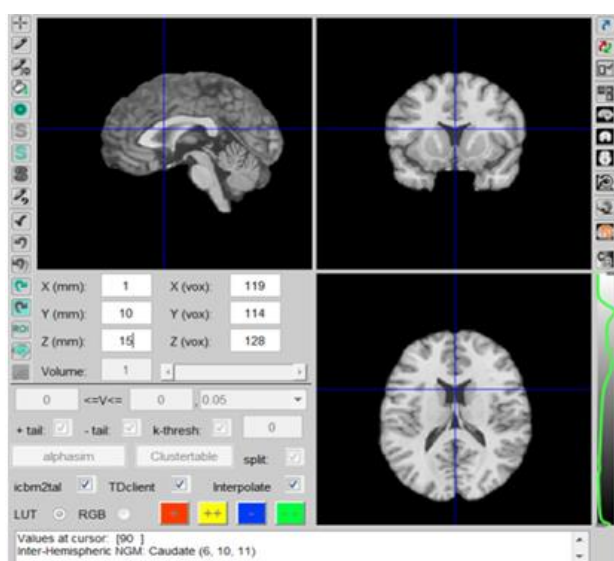


Рис. 11. Демонстрация изображения кластера с координатами [1,10,15] в программе NeuroElf, для просмотра результатов была выбрана модель головы Колина (Colin-27).

Неоднократно обсуждались методы ложноположительного контроля в статистических тестах источник-прогнозируемых электрофизиологических данных. В исследовании фМРТ пороговое значение р-значения уровня кластера с поправкой на множественность обычно определяется на основе теории случайного поля (random field theory, Worsley et al., 1996). Предположения, при которых работает теория случайного поля, как правило, удовлетворяются данными ЭЭГ/МЭГ из-за их пространственной гладкости (Kilner, Friston, 2010). Применимость теории случайного поля к электрофизиологическим данным на уровне источника проверялась Пантазисом с его командой (Pantazis et al., 2005). В этом исследовании значимость наблюдаемых эффектов была проверена с использованием скорректированного смещения ускоренной бутстрэпа (5000 образцов) с первичным

(нескорректированным) порогом 0,001. Коррекция по FWER (Frane, 2015) для множественных сравнений была применена с использованием порога размера кластера  $p < 0,001$ , который был определен с помощью метода моделирования Монте-Карло с использованием NeuroElf's (<http://neuroelf.net/>) для создания функции AlphaSim (Forman et al., 1995). Для первичного  $p$ -значения 0,001 порог размера кластера при  $p < 0,001$  с поправкой на FWER был определен как 13 вокселей (Рисунок 11).

Перед проведением анализа опосредования (медиационного анализа) было предложено унифицировать представление эксперимента. Для этого был разработан формат компактного представления протокола единичного эксперимента – модельная матрица. Модельная матрица задается двумерной матрицей, состоящей из пяти столбцов (номер эпохи, два признака стимула, тип реакции, время реакции). Число строк модельной матрицы равно числу эпох в эксперименте.

Алгоритм создания модельных матриц реализован расширяемым набором MATLAB-сценариев, обеспечивающих пакетную обработку протоколов в текстовом и html-форматах. Полученные в результате обработки протоколов модельные матрицы записываются на диск в виде mat-файлов пакета MATLAB, ориентированных на хранение данных.

На первом уровне модель опосредования (медиации) оценивалась по каждому предмету отдельно в 60 экспериментальных исследованиях. Для изучения реактивного ответа в качестве независимой переменной использовалась эмоциональная категория стимула (шкала: сердитые лица = 1, нейтральные лица = 0 и счастливые лица = -1) и в качестве зависимой переменной использовался ответ-реакция (шкала: атака = 1, избегание = 0, и предложение дружбы = -1). Чтобы исследовать нереактивный ответ (т. е. ответ, который не зависел от эмоциональных категорий стимулов), переменная ответа была регрессирована по переменной стимула, а остатки использовались в качестве независимой переменной, тогда как ответ снова использовался как зависимая переменная. В обоих случаях связанные с предъявлением лица изменения плотности источника тока (т. е. интервал тестирования минус базовый уровень) были использованы в качестве опосредователя (медиатора) мозга реактивного или, соответственно, нереактивного поведенческого ответа. Если был выявлен достоверный эффект опосредования (медиации), влияние переменных личности оценивали путем вычисления корреляций между соответствующими шкалами и коэффициентами АВ, преобразованными по преобразованию Fisher  $z$ , которые контролировали возраст и пол участников. Значение наблюдаемых эффектов было проверено с использованием скорректированного смещения ускоренного бутстрапа (5000 образцов) с первичным (нескорректированным) порогом

0,001.

Связанные с событием спектральные пертурбации (СССП) вычисляются следующим образом:

$$\text{СССП} = \text{Log}_{\text{Тест}} - \text{Log}_{\text{Фон}} \quad (1)$$

Повоксельное проведение анализа опосредования (медиационного анализа) приводит к появлению ложно детектируемых вокселей. Фильтрация ложно детектируемых вокселей производится на основании того, что при реакции у испытуемого активируются области мозга, по размеру превышающие размер единичного вокселя. Таким образом, после анализа опосредования (медиационного анализа) отбрасываются единичные воксели и группы связанных вокселей (так называемые кластеры) небольшого размера. Граничный размер кластера определяется с помощью коррекции FWER для множественных сравнений функцией *alphasim* методом моделирования Монте-Карло (Forman et al., 1995) из библиотеки Neuroelf (<http://neuroelf.net/>) на основании размера матрицы, содержащей воксельное представление мозга, и порога достоверности ( $p < 0,001$ ) через симуляцию шума.

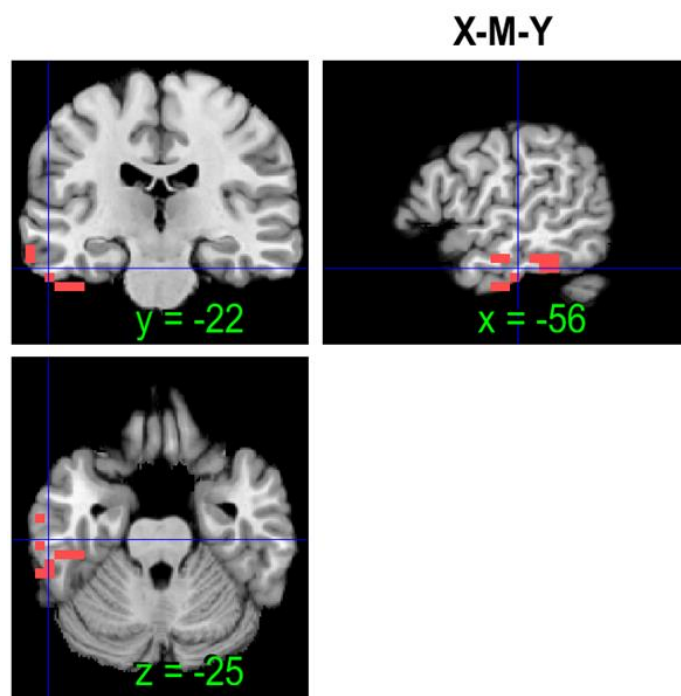


Рисунок 12. Эффект опосредования (эффект медиации) при реактивном взаимодействии в правой височно-теменной области RTPJ

На Рисунке 12 красными точками обозначен кластер при эффекте *ab* (на рисунке это изображено как XMY), с порогом достоверности  $p = 0,010$ , где после сужения порога достоверности кластер сужается и попадает в правую височно-теменную область RTPJ.

Таким образом, реализованный пакет MATLAB скриптов производит унификацию

протоколов, создает модельные матрицы, затем на основании данных о стимулах/реакции и воксельного представления мозга выявляет воксели-медиаторы, вычисляет граничный размер кластеров и, в заключении, исключает из рассмотрения единичные воксели и кластеры с размером, меньше граничного. В результате получается набор воксельных моделей с областями, участвующими в выработке реакции, для каждого из исследуемых частотных диапазонов. Многоуровневый анализ опосредования (медиационный анализ) проводился с помощью библиотеки в программе MATLAB пакетом программ Mediation Toolbox. ([Matlab:Mediation Toolbox 3 26 2010.zip](#)).

## **2.5. Статистический анализ данных**

При исследовании корреляции между ЭЭГ и психометрическими показателями использовали метод Пирсона, для коррекции множественных сравнений применяли контроль ложных эффектов (False Discovery Rate, FDR) (Benjamini, Hochberg, 1995).

Статистический анализ влияния психометрических показателей на поведение проводили с помощью дисперсионного и регрессионного анализа в программе SPSS. Мы использовали многофакторный анализ с повторными измерениями ANOVA с двумя внутрисубъектными факторами: лица (счастливые, нейтральные, агрессивные) и выбор (атакующий, избегающий, дружелюбный). Психометрические переменные использовались в качестве ковариат. Поправка Гринхауса-Гейссера использовалась во избежание риска нарушения предположения сферичности в случае необходимости. Зависимые переменные были рассчитаны в процентах от общего количества предъявлений для каждой комбинации из двух факторов.

Для проверки надежности полученных данных, их воспроизводимости от эксперимента к эксперименту использовали метод «test-retest reliability» (метод «ретестовой надежности») (Trochim, 2020). Относительная достоверность была оценена путем расчета внутриклассовых коэффициентов корреляции (intraclass correlation coefficient, ICC) (Landis, 1975; Shrout, Fleiss, 1979).

Абсолютную достоверность оценивали по стандартной ошибке среднего значения (SEM) и наименьшей реальной разнице (SRD). Версия SPSS 24.0 (IBM Corp., Armonk, New York, USA) была применена для расчета статистических данных.

### **2.5.1. Test-retest**

Надежность и достоверность остаются востребованными концепциями для достижения строгости в качественных исследованиях. Исследователи должны взять на себя ответственность за надежность и достоверность проводимого исследования, внедряя проверенные методы проверки и самокорректируясь во время проведения самого исследования. Это обеспечивает строгость использования стратегий, присущих каждому

качественному проекту, и переносит ответственность за включение и поддержание надежности и обоснованности с суждений внешних рецензентов на самих исследователей.

Точная воспроизводимость исходных данных (повторяемость или надежность, тест-повторное тестирование) - является основой профессиональных научных исследований, это общепризнанно в научном сообществе (Trochim, 2006). Принято производить проверку качеств воспроизводимости исходных данных в научных публикациях, связанных со статистической обработкой экспериментов (Guttman, 1945).

Наконец, в настоящем исследовании возвращаемся к терминологии для обеспечения строгости, которая используется в фундаментальной науке (Morse et al., 2002).

Очень важно ориентироваться на воспроизводимость данных в вопросах контроля качества в любых исследованиях. Особенно это важно для исследований в области медицины, нейрофизиологии, поскольку ложные выводы, основанные на неподходящих методах анализа, создают угрозы здоровью людей своим неточным диагнозом, помимо пустой траты времени на проверку ложных гипотез.

В данной части работы проверяется надежность виртуальной модели, т. е. насколько точно воспроизводятся данные, полученные не одновременно, а через какие-то промежутки во времени (Меркулова Е.А. и др., 2020). Надежность проявляется как достоверность взаимодействия между типами поведения (реакциями) в ответ на различные типы раздражителей (стимулов).

Используется многофакторный анализ с повторными измерениями ANOVA с тремя факторами для внутрифакторного анализа: визит (первый, второй, третий), лица (счастливые, нейтральные, грустные, испуганные, агрессивные) и реакция (атака, избегание, дружба). Эти количественные признаки были введены в повторных измерениях ANOVA как факторы, чтобы выявить влияние факторов внутри группы. Поправка Гринхауса-Гейссера использовалась во избежание риска нарушения предположения сферичности в случае необходимости. Зависимые переменные были рассчитаны в процентах для каждой комбинации из трех факторов.

Используется односторонний тест, потому что проверяется две гипотезы, поэтому именно односторонний тест для проверки надежности здесь больше всего подходит. Для наглядности средние значения и стандартные отклонения (SD) были рассчитаны для переменных каждого визита.

В результате проведения эксперимента мы имеем информацию о трех посещениях 42-х испытуемых. Для каждого посещения по каждому испытуемому имеется матрица с данными о количестве ответов каждого типа (атаковать, избежать взаимодействия,

подружиться) на каждый из пяти видов стимулов (гневные, испуганные, грустные, счастливые и нейтральные лица) в 200 эпохах. При этом суммарное количество ответов на каждый стимул (формула 1):

$$n1j + n2j + n3j = 40 \quad (1)$$

	гнев	испуг	грусть	нейтральное	счастье
атаковать	n11	n12	n13	n14	n15
избежать взаимодействия	n21	n22	n23	n24	n25
подружиться	n31	n32	n33	n34	n35
	40	40	40	40	40

Таблица 2. Матричный вид количества ответов на предъявляемые стимулы для одного испытуемого при одном из трех посещений.

Матрица (Таблица 2) представляет собой посещение одного испытуемого, всего таких матриц 43\*3. Каждый визит обозначается апострофом сверху в виде запятой, т.е. V1', V2'', V3''', а количество ответов в первом визите n11', n21', n31', во втором визите n11'', n21'', n31'' и соответственно в третьем визите n11''', n21''', n31'''. Средняя ошибка вычисляется по формуле 2 (Таблица 3):

$$S_{n-1}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (2)$$

Испытуемый	первый визит measured variance	второй визит measured variance	Error (II-I)
1	n11'	n11''	n11'' - n11'
2	n21'	n21''	n21'' - n21'
3	n31'	n31''	n31'' - n31'
Переменная	$S_{n-1}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$		

Таблица 3. Вычисление ошибки переменной количества выборов между посещениями по формуле (2).

После вычисления средней квадратичной ошибки по каждому испытуемому (Индекс надежности) можно вычислить по формуле 3:

$$\text{Индекс надежности} = \text{истинная переменная} / (\text{истинная переменная} + \text{ошибка}) \quad (3)$$

### 2.5.1.1. Параметры поведения

Переменная в модели «ретестовой надежности» рассматривается как коэффициент реакции, который высчитывается по формулам (5) - (7). В качестве элементов в модели надежности повторного тестирования, использовались пять видов эмоций, определяемых выражениями лица на фотографиях, называемых «стимулами». Значения стимулов в каждом посещении - это число  $N_{\text{эпох}}$  (формула 4).

$$N_{\text{атак}} + N_{\text{дружбы}} + N_{\text{избегания}} \equiv N_{\text{эпох}} \quad (4)$$

Коэффициент реакции нападения представляет собой количество реакций атакующего поведения, разделенных на  $N_{\text{эпох}}$  (5), при этом аналогичным образом рассчитываются коэффициенты «дружественные» (6) и «избегающие» (7). Шкала типов реакций от атакующих (-1) до избегающих (0) и дружественных (1).

$$R_{\text{атакующая}} = N_{\text{атак}} / N_{\text{эпох}} \quad (5)$$

$$R_{\text{дружественная}} = N_{\text{дружбы}} / N_{\text{эпох}} \quad (6)$$

$$R_{\text{избегающая}} = N_{\text{избеганий}} / N_{\text{эпох}} \quad (7)$$

### 2.5.1.2. Анализ надежности

Метод «ретестовой надежности» (test-retest reliability) (Trochim, 2020) для оценки воспроизводимости исходных данных от эксперимента к эксперименту оказался наиболее подходящим для полученных данных в ВССВ. Тем не менее, исследовательские публикации показывают, что бывают случаи, когда такая проверка проводится ненадлежащими методами (Zaki et al., 2012).

Относительная достоверность была оценена путем расчета внутриклассовых коэффициентов корреляции ( $ICC_{3,1}$ ) (средние показатели), значения в  $ICC_{3,1}$  между 0,81-1 демонстрируют хорошую степень надежности (Koch et al., 1979, Таблица 4).

Коэффициент надежности	Оценка надежности
0,9 – 0,99	Отличная
0,8 – 0,89	Хорошая
0,7 – 0,79	Удовлетворительная
Менее 0,69	Неудовлетворительная

Таблица. 4. Оценивание надежности по коэффициенту надежности (по Koch et al., 1979).

### 2.5.1.3. Согласованность (Agreement)

Абсолютную достоверность оценивали по стандартной ошибке среднего значения (SEM) и наименьшей реальной разнице (SRD). Формула SEM (формула 8):

$$SEM = SD \times \sqrt{1 - ICC} \quad (8)$$

Здесь SD рассчитывается с учетом всех данных субъекта для каждого из трех посещений (Weir, 2005), а ICC - это ICC<sub>3,1</sub>. SRD был определен как 95% -ный доверительный интервал стандартной погрешности измерения (SEM) для различий (Schuck, Zwingmann, 2003) (формула 9):

$$SRD = SEM \times 1.96 \times \sqrt{2} \quad (9)$$

Это значение (индекс) является мерой чувствительности к изменениям, указывающей на наименьшее изменение в количественных оценках индивидуального параметра, которое можно считать реальным изменением по сравнению с любой ошибкой измерения в пределах одной личности.

Версия SPSS 24.0 (IBM Corp., Armonk, New York, USA) была применена для расчета всех статистических данных выше.



## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 3.1. Результаты поведенческих реакций в эксперименте с тремя типами стимулов

Дисперсионный анализ поведенческих данных (ANOVA для повторных измерений) включал два внутрисубъектных фактора: валентность стимула (три уровня: агрессивное, нейтральное, дружелюбное выражения лиц) и тип ответа (три уровня: атака, избегание, дружба). Для контроля влияния пола и возраста испытуемого они вводились как межсубъектный фактор и ковариат, соответственно. Зависимой переменной было количество выборов того, или иного типа поведения в процентах от общего количества предъявлений, или времени реакции. При анализе эффектов психометрических переменных оценки по соответствующим шкалам вводились в качестве ковариата. При обнаружении достоверного эффекта психометрической переменной выборка делилась по медиане соответствующей психометрической шкалы и анализ повторялся с использованием группирующей переменной (два уровня) в качестве межсубъектного фактора. Достоверных эффектов пола и возраста испытуемых выявлено не было и поэтому все последующие анализы проводились без этих переменных.

При использовании количества выборов в качестве зависимой переменной обнаружен достоверный главный эффект типа ответа,  $F(2,84) = 61,02$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,59$ . Средний процент выборов атаки, избегания и дружды были 8% (0,08), 42,7% (0,14) и 32,3% (0,13), соответственно (в скобках – величина стандартного отклонения). Взаимодействие валентности стимула с типом ответа также было достоверным,  $F(4,168) = 51,51$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,55$ . На Рисунке 13 проиллюстрирован эффект взаимодействия валентности стимула с типом ответа. Из этого рисунка видно, что атакуют и избегают чаще гневные лица, а дружбу предлагают счастливым.

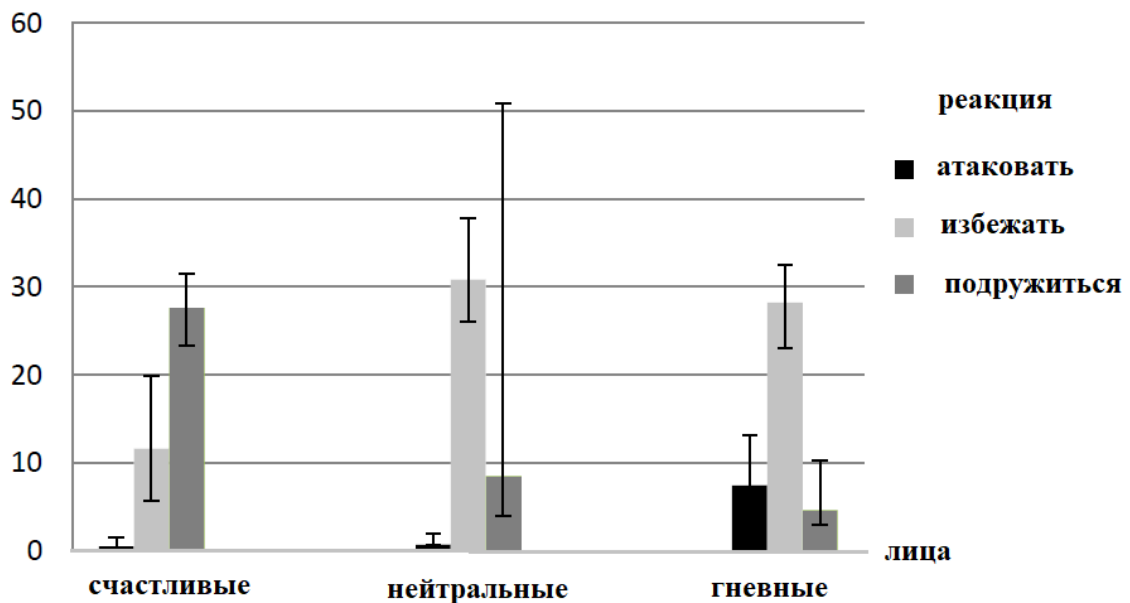


Рисунок 13. Взаимодействия валентности стимула с ответом, где в качестве зависимой переменной выступает количество выборов.

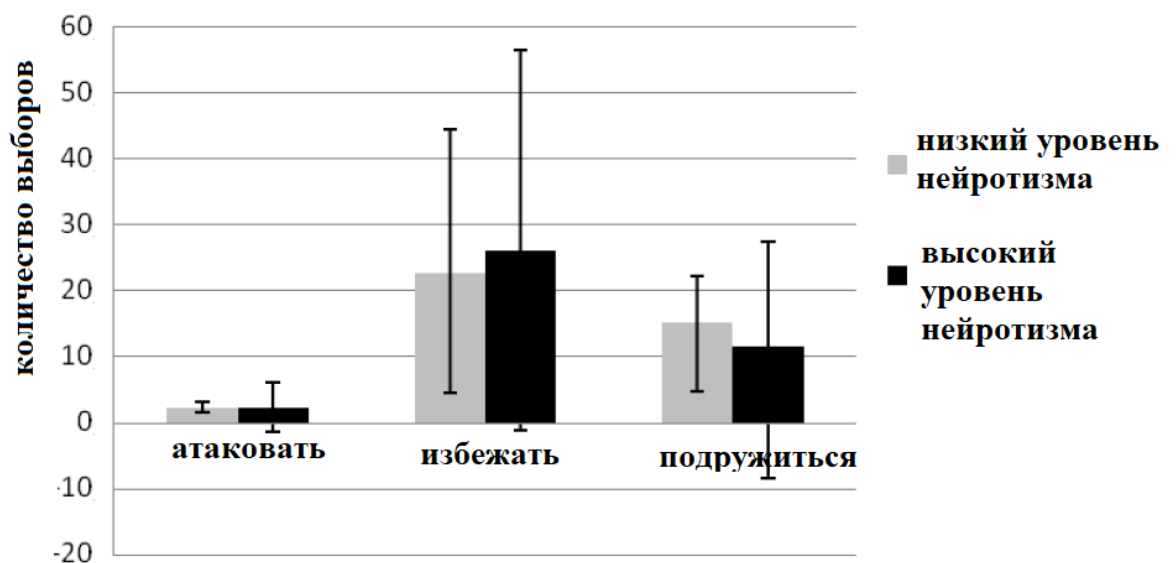


Рисунок 14. Влияние психометрической переменной нейротизм на реакцию испытуемого, где в качестве зависимой переменной выступает количество выборов.

Произведен анализ психометрических переменных при зависимой переменной – количество выборов, где обнаружено достоверное взаимодействие оценок по шкале нейротизма с фактором тип ответа:  $F(2, 68) = 3,7$ ,  $p = 0,040$ ,  $\eta^2 = 0,098$ , который заключается в том, что испытуемые с высокими оценками нейротизма чаще атакуют и реже предлагают дружбу (Рисунок14). Достоверные эффекты отсутствовали для всех

остальных психометрических переменных.

Обнаружен достоверный главный эффект типа ответа,  $F(2,84) = 88,94$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,68$  при скорости реакции в качестве зависимой переменной, который заключается в том, что для принятия решения на атаку требуется больше всего времени, и быстрее всего принимается решение на избегание взаимодействия. Средний процент времени реакции на принятие решения атаковать, избежать и подружиться 407,9 мс (92,02), 177,2 мс (92,6) 334,4 мс (86,2) соответственно (в скобках – величина стандартного отклонения). Взаимодействие валентности стимула с типом ответа также оказалось достоверным, где в качестве зависимой переменной выступало время реакции.  $F(4,168) = 60,42$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,59$ . Смысл эффекта в том, что меньше всего времени требуется, чтобы подружиться со счастливыми лицами и избежать гневных лиц, а больше всего времени, чтобы подружиться с гневными и атаковать счастливые лица (Рисунок 15).

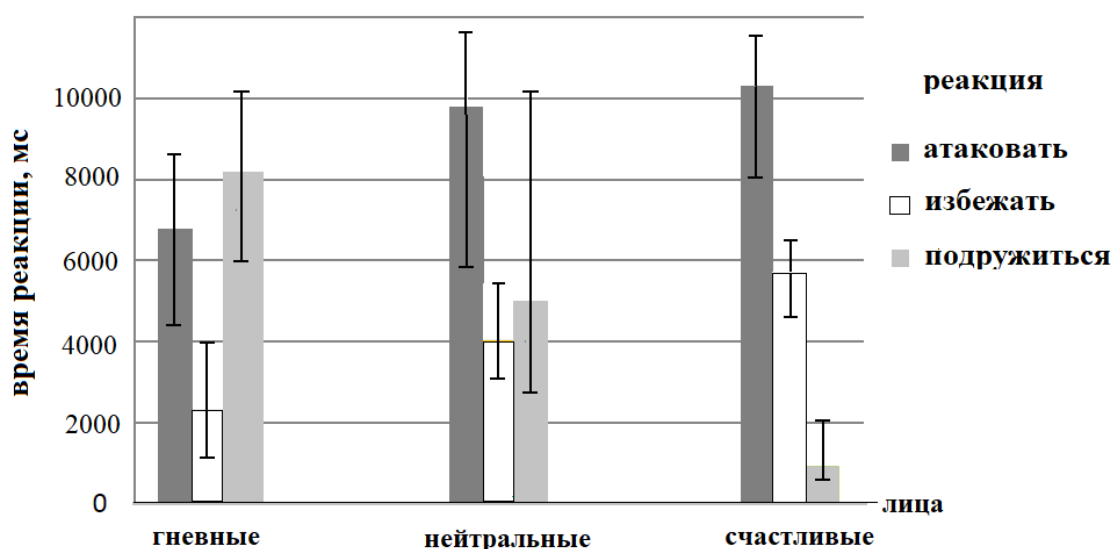


Рисунок 15. Взаимодействия валентности стимула с ответом, где в качестве зависимой переменной выступает скорость реакции.

Интересно определить достоверность влияния личности испытуемого на выбор реакции. Для этого проведен анализ, где скорость реакции выступала в качестве зависимой переменной, а личностные характеристики являлись независимыми переменными. В результате был зафиксирован лишь один достоверный эффект по конформности, который заключался в том, что испытуемые с высоким уровнем конформности по шкале Голдберга, по сравнению с испытуемыми с низкими оценками по этой шкале, быстрее принимали решение подружиться и дольше принимали решение

атаковать при предъявлении гневных лиц,  $F(4,136) = 2,9, p = 0,025, \eta^2 = 0,078$ .

На Рисунке 16 изображена скорости реакции при предъявлении всех трех типов лиц.

При нейтральной валентности стимула (предъявлении нейтрального выражения лица) обнаружена отрицательная корреляция между временем принятия решения и степенью дружелюбности, определяемой по шкале реакции (-1,0,1 – атаковать, избежать и подружиться). Где реакция определяется в количественном значении (-1,0,1 = атаковать, избежать и подружиться) и выражает значение принятия предъявленного стимула испытуемым: либо полностью его отвергает (атаковать), либо частично (нет желания встречаться с таким человеком – избегание, либо полностью принимает этого человека и хочет с ним дружить.

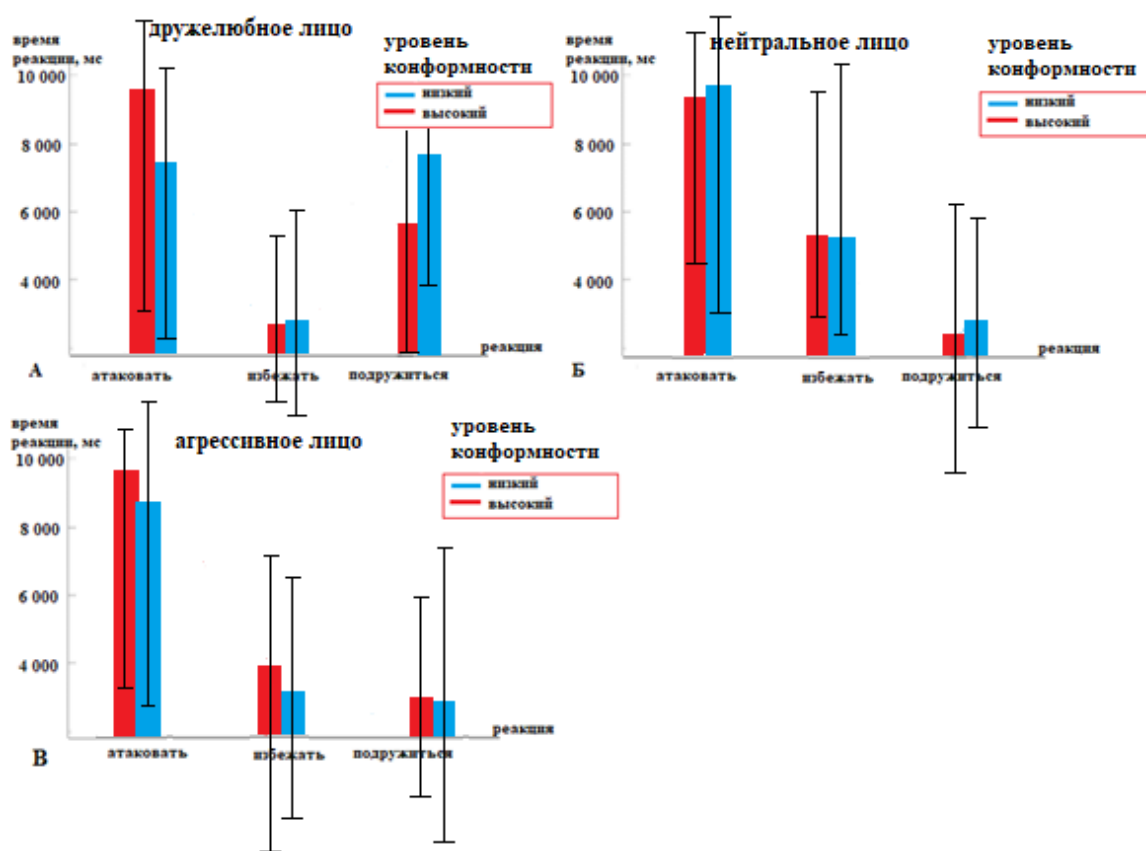


Рисунок 16. Влияние психометрической переменной конформность на реакцию испытуемого при предъявлении гневного (А), нейтрального (Б) и счастливого (В) выражения лица, где в качестве зависимой переменной выступает скорость реакции.

Представленные на Рисунке 15 эффекты показывают, что поведение участников в этой экспериментальной модели является частично реактивным. Реактивное поведение в этом случае означает, что испытуемый должен распознать эмоциональное выражение,

интерпретировать его как обращенное к нему и сделать выбор подходящего поведенческого ответа. Все эти процессы должны вовлекать целый каскад структур мозга и при обычном анализе трудно было бы разобраться в том, какая структура играет тут решающую роль. Поэтому в этом случае при анализе ЭЭГ данных мы применили двухуровневый анализ медиации.

### **3.2. Реактивный и нереактивный ответ в тета-диапазоне**

Медиатором реактивного поведения в настоящей модели рассматривается мозг. Для проведения анализа опосредования или медиационного анализа трехмерные матрицы активности мозга, созданные с помощью пакета программы sLORETA, где производилась 3D-реконструкция энцефалограммы, преобразовывались в NIFTI формат. На первом уровне анализа у каждого испытуемого находили те области мозга, которые выполняли роль посредника или медиатора в динамичном процессе предъявления стимулов и соответствующих поведенческих ответов. На втором этапе находили структуры, которые показывают достоверный эффект на всей выборке. Поскольку поведение в этой модели не на 100% является реактивным, мы исследовали оставшуюся его часть, т.е. нереактивный ответ. Для этого у каждого испытуемого отдельно делали регрессию реакции на стимул и остатки регрессии использовали в качестве предиктора.

#### **3.2.1. Многоуровневый медиационный анализ для реактивного ответа**

Анализ медиации (Рисунок 10) включал три пути связи между стимулом и реакцией: 1) путь а, активность мозга, связанная со стимулом; 2) путь b, активность мозга, связанная с реакцией, под контролем стимула; и 3) путь ab, мозговые посредники отношения между стимулом и реакцией (медиаторы между стимулом и реакцией), то есть формальный путь того, объясняет ли область мозга достоверную степень ковариации между эмоциональной категорией лица и поведенческим ответом. Достоверные эффекты медиации были выявлены только в тета-диапазоне частот. Поэтому будут описаны только эффекты в этой полосе частот.

Путь а: С увеличением аверсивности стимула (радость → нейтральность → гнев) связанная с событием тета-активность увеличилась в левой медиальной лобной извилине (Таблица 5, Рисунок 17). Путь b, т. е. тета-активность, связанная с поведенческим ответом, не давала достоверных кластеров на выбранном пороге достоверности. Путь ab: положительный эффект медитации обнаружен в кластере с центром в правой угловой извилине (поле Бродмана 39) (Таблица 5, Рисунок 17). Коэффициенты опосредования (коэффициенты медиации) z-трансформированные по Фишеру (путь ab) коррелировали с конформностью ( $r = 0,50$ ,  $p = 0,001$ , учитывая возраст и пол участников) (Рисунок 18), чего не было с другими личностными переменными. Этот эффект остался и после

применения поправки Бонферрони ( $0,05/5 = 0,010$ ).

Ответ	Структура	X Y Z	ПБ	k	Zmax
Реактивный a	Медиальная лобная извилина	- 10 35 40	8	7	8.2
a*b	Правая угловая извилина	35 -60 25	39	4	8.4
Нереактивный b	Медиальная лобная извилина	- 10 35 45	8	8	8.6
a*b	Левая постцентральная извилина	- 30- 30 50	3	9	16.4

Таблица 5. Сводка кластеров, которые показали достоверные эффекты с положительной тенденцией в тета-диапазоне частот при  $p < 0,001$  (с поправкой на FWE – эффект множественных сравнений).

X, Y, Z - центр кластера в мм в MNI-пространстве;

ПБ - поле Бродмана;

k - количество вокселей;

Zmax - Z-значение на пике кластера.

Эффект опосредования (или эффект медиации) обусловлен взаимосвязью между валентностью стимула и реакции. Чтобы выяснить, был ли этот эффект опосредования (медиации) вызван системными эффектами по всей группе или ковариацией между стимулирующими эффектами и реакциями, связанными со стимулом, мы извлекли пробные данные от каждого субъекта в пределах достоверного кластера и проверили, были ли существенные эффекты в группе в путях a и b с использованием одновыборочного t-критерия (one-sample t-test). Оба эти эффекта не были значимыми (оба  $p > 0,1$ ). Однако коэффициенты пути a и b значительно коррелируют друг с другом по субъектам ( $r = 0,37$ ,  $p = 0,013$ ), что означает, что эффект опосредования (медиации) в этом случае обусловлен ковариацией между эффектами связи стимула и реакциями, связанными со стимулом.

Поскольку эффекты опосредования подразумевают индивидуальные различия, которые могут иметь психологическое значение (Atlas et al., 2014), мы классифицировали всех участников на тех, кто имел положительным коэффициент опосредования с (rPOS, N = 19), и тех, кто имел отрицательный коэффициент опосредования с (rNEG, N = 12).

У участников из группы rNEG, счастливые лица и дружеский выбор могут быть

связаны с более высоким эмоциональным возбуждением и сопутствующей тета-синхронизацией. В соответствии с такой интерпретацией, группа rNEG показала значительно более высокие показатели конформности, чем все остальные участники. Остальная часть выборки ( $N = 12$ ) имела несогласованную картину коэффициентов  $a$  и  $b$ . После применения критерия хи-квадрат существенных различий в распределении мужчин и женщин по трем группам ( $p > 0,400$ ) не было обнаружено. На Рисунке 19 показана природа эффектов опосредования или медиации в группах rPOS и rNEG. В группе rPOS связанная с событием тета-активность в кластере RTPJ возрастает по мере того, как характеристики стимулов изменяются с счастливых на нейтральные и с нейтральных на сердитые выражения лица (Рисунок 19А, левая панель), и это увеличение связано с большей вероятностью более агрессивного / менее дружелюбного поведенческого ответа (Рисунок 19А, правая панель). В группе rNEG связанная с событием тета-активность в кластере RTPJ возрастает по мере того, как характеристики стимулов изменяются с раздражительных на нейтральные и с нейтральных на счастливые выражения лица (Рисунок 19В, левая панель), и это увеличение связано с большей вероятностью менее агрессивного / более дружелюбного поведенческого ответа (Рисунок 19В, правая панель). Чтобы выявить личностные корреляты групп rPOS и rNEG, каждую из них сопоставляли с остальной частью выборки с использованием  $t$ -из с остальной частью выборки с использованием  $t$ -из них сопоставляли с остальной частью выборки с использованием  $t$ -из из них сопоставляли с остальной частью выборки с использованием  $t$ -из них сопоставляли с остальной частью выборки с использованием  $t$ -критерия для независимых выборок. Единственным значимым эффектом были более высокие оценки конформности в группе rNEG по сравнению с остальной частью выборки ( $t = 2,3$ ,  $p = 0,029$ ). Критерий хи-квадрат не выявил существенных различий в распределении мужчин и женщин по трем группам ( $p > 0,4$ ).

Поскольку анализ поведенческих данных выявил достоверные различия в типах реакций между различными типами ответов, мы дополнительно проверили, может ли тип реакции исказить наблюдаемый эффект опосредования (медиации). Тип реакции каждого участника в каждом испытании вводили как ковариату, и анализ опосредования (медиации) повторяли, контролируя тип реакции. Результаты были практически идентичны (эффект:  $x = 35$ ,  $y = -60$ ,  $z = 25$ ,  $k = 9$ ,  $Z_{\max} = 7,95$ ), подтверждая, что эффект опосредования (медиации) не был обусловлен различиями типов реакций между состояниями.

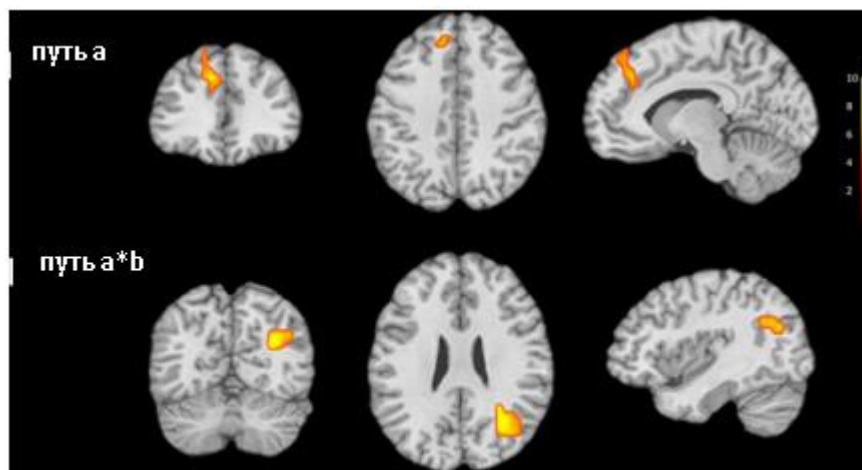


Рисунок 17. Расположение кластеров, которые показали достоверные эффекты для реактивного ответа. Сечения проходят через центр кластера (Таблица 5).

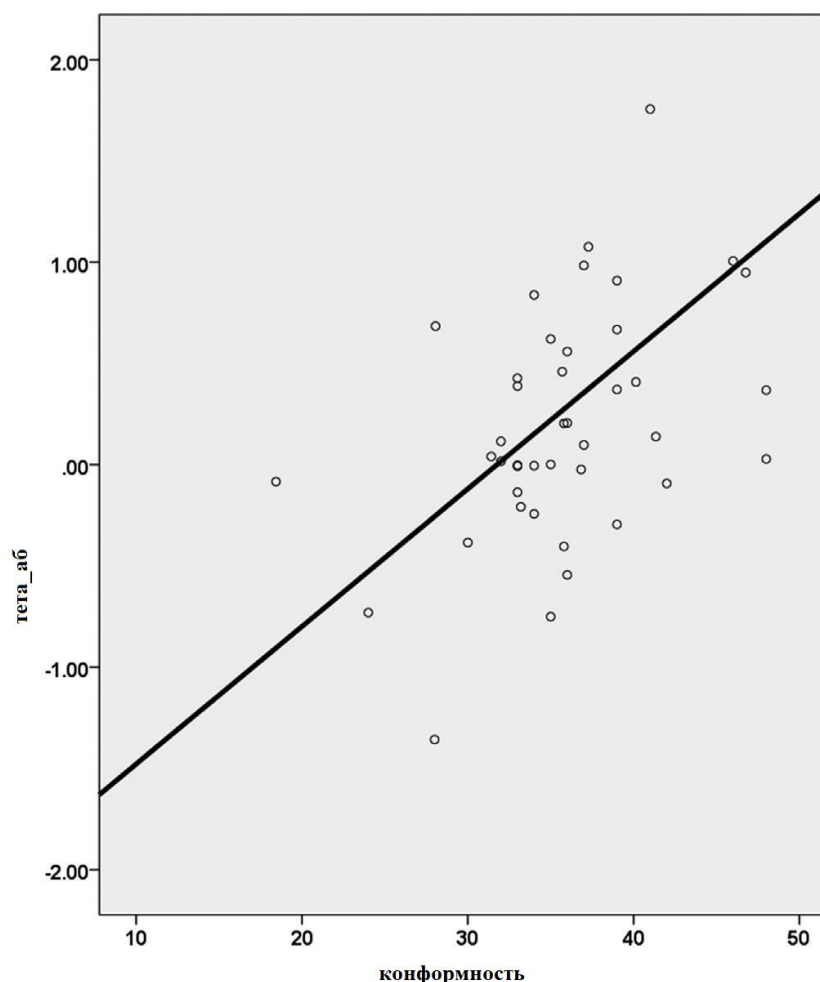


Рисунок 18. Связь между оценками конформности и коэффициентом медиации аб в тета диапазоне, преобразованными по Фишеру z (путь аб) в тета-диапазоне частот в правой угловой извилине для реактивного ответа.



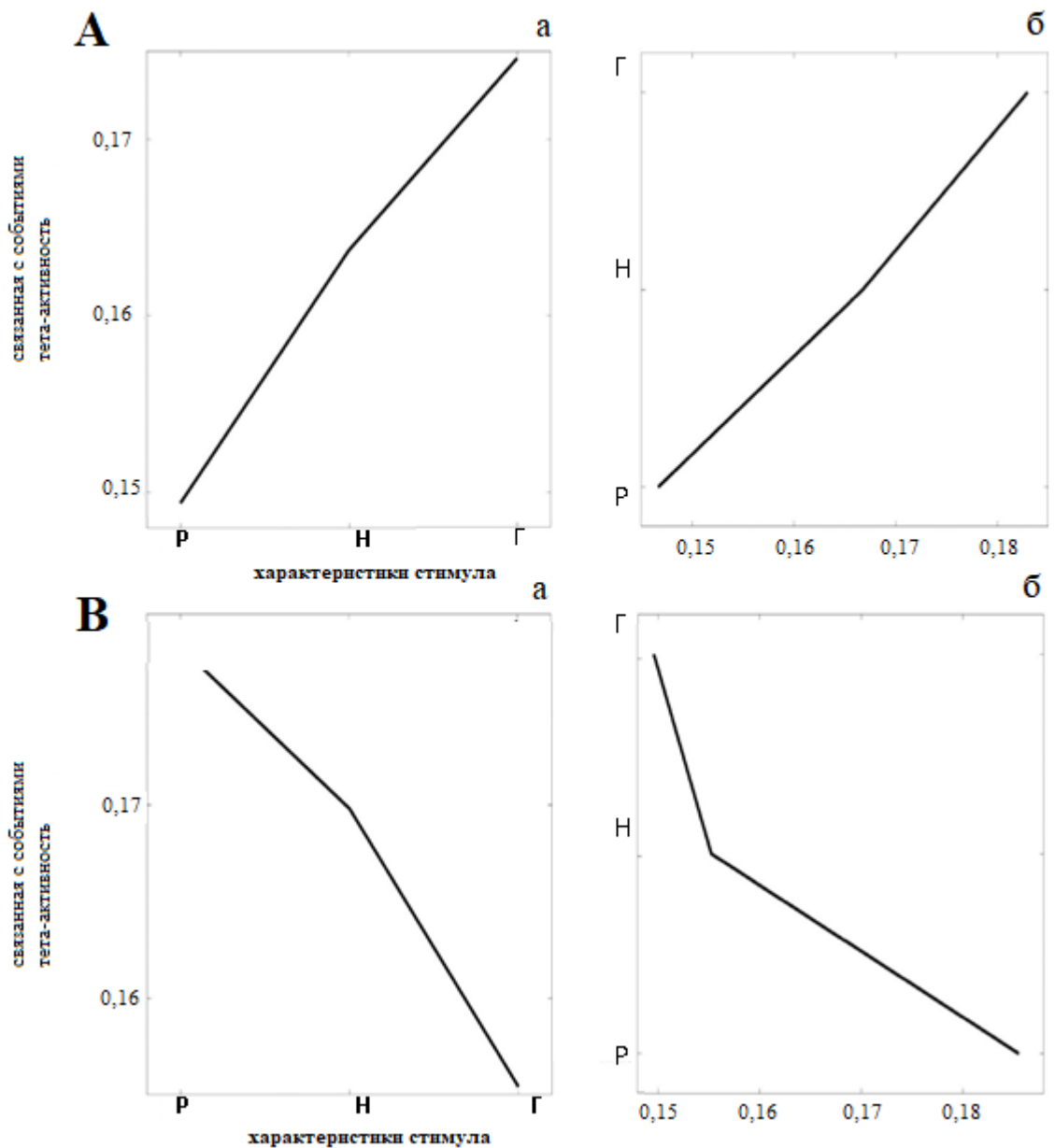


Рисунок 19. Усредненный эффект медиации в тета-диапазоне частот для реактивного поведения.

Р – радость, Н – нейтрал, Г – гнев

А – субъекты с положительными коэффициентами а и b;

В – субъекты с отрицательными коэффициентами а и b.

Левая секция показывает связь между характеристиками стимула (счастливые и нейтральные против гневных изображений лиц) и связанной с событиями тета-активностью в правой угловой извилине.

Правая секция показывают связь между связанной с событиями тета-активностью в правой угловой извилине и поведенческими выборами (дружба против избегания против нападения).

### 3.2.2. Многоуровневый медиационный анализ для нереактивного ответа

Путь a не выявил достоверных кластеров при выбранном пороге значимости. Тестирование пути b показало увеличение связанной с событиями тета-активности в левой медиальной лобной извилине (Таблица 5, Рисунок 20). Путь ab дал положительный эффект медиации в кластере с центром в левой постцентральной извилине (Таблица 5, Рисунок 21), и этот эффект не коррелировал с личностными переменными. После проведения одновыборочных Т-тестов была обнаружена связь путей a и b друг с другом ( $r = 0,32$ ,  $p = 0,034$ ). 19 участников (nPOS) имели положительные a и b, а 12 (nNEG) - отрицательные. Не было никаких существенных различий в распределении мужчин и женщин по трем группам ( $p > 0,400$ ). Тем не менее, было выявлено достоверное соответствие между группами, выявленными для реактивных и нереактивных ответов ( $\chi^2 = 19,4$ ,  $p = 0,001$ ).

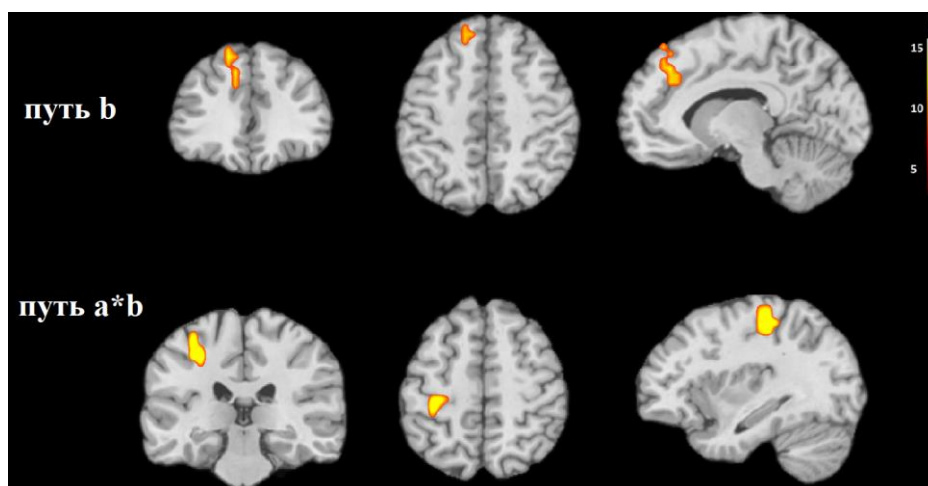


Рисунок 20. Расположение кластеров, которые показали существенные эффекты для нереактивного ответа. Сечения проходят через центр кластера (Таблица 5).

Участники, попавшие в группу rPOS (реактивные ответы с положительными коэффициентами a,b), с большей вероятностью попадают в группу nPOS (нереактивные ответы с положительными коэффициентами a,b) (скорректированный стандартизированный остаток = 3,8,  $p < 0,001$ ) и участники, попавшие в группу rNEG (нереактивные ответы с отрицательными коэффициентами a,b), с большей вероятностью попадают в группу nNEG (реактивные ответы с положительными коэффициентами a,b) (скорректированный стандартизированный остаток = 3,5,  $p = 0,001$ ). Группы nPOS и nNEG не отличались от остальной части выборки по личностным переменным.

Кроме того, мы проверили, может ли тип реакции (RT – reaction type) вносить искажения в наблюдаемый эффект опосредования (медиации). Результаты не изменились после контроля RT (эффект ab:  $x = -30$ ,  $y = -25$ ,  $z = 50$ ,  $k = 8$ ,  $Z_{max} = 11.09$ ).

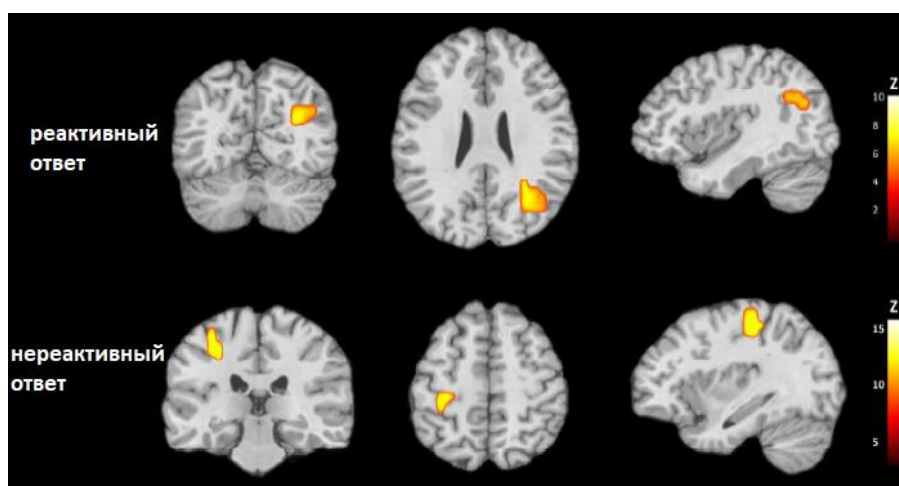


Рисунок 21. Расположение кластеров, которые показали достоверный эффект опосредования (эффект медиации) для реактивного и нереактивного ответа. Сечения проходят через центр кластера (Таблица 5).

### 3.3. Надежность эксперимента

Поведенческие показатели реакций от посещения к посещению показали хорошую воспроизводимость, т.е. надежность тестирования по методологии «test-retest reliability» (среднее значение = 0,741).

Коэффициент внутриклассовой корреляции и анализ соглашений были сделаны на основе схемы, приведенной в конце опросника. Испытуемые должны были пройти этот опросник три раза в аналогичных условиях с интервалом в 2-3 недели. Результаты эксперимента представлены в Таблицах 6 и 7.

стимул	ICC <sub>3,1</sub>	нижняя граница	верхняя граница	ср.знач±SD	SEM	SRD
Дружба	0.687	0.531	0.810	0.35±0.18	0.100	0.279
Избегание	0.825	0.722	0.899	0.58±0.02	0.008	0.023
Атака	0.713	0.565	0.828	0.05±0.07	0.037	0.103

Таблица 6. Средние ( $\pm$  SD) значения, средняя разность со знаком (MSD), стандартная ошибка измерения (SEM) и наименьшая действительная разница (SRD) для каждого посещения. Значение переменной было использовано в качестве коэффициента реакции.

Реакции были средними (SD), такими как: дружественные реакции 0,35 (0,18), избегание 0,58 (0,021) и нападение 0,05 (0,07). стандартная ошибка измерения (SEM), наименьшая действительная разница (SRD) и составляла 0,10 и 0,279 для дружественных, 0,008 и 0,023 для избегания, 0,037 и 0,103 для атаки соответственно. (Таблица 6).

реакция	стимул	ICC <sub>3,1</sub>	нижняя граница	верхняя граница	ср.знач±SD	SEM	SRD
R <sub>атаки</sub>	Гнев	0.776	0.652	0.868	0.026±0.004	0.002	0.005
	Испуг	0.811	0.701	0.890	0.027±0.004	0.002	0.005
	Печаль	0.830	0.729	0.902	0.063±0.009	0.004	0.010
	Нейтральный	0.799	0.684	0.883	0.006±0.01	0.000	0.001
	Счастье	0.870	0.788	0.926	0.37±0.26	0.094	0.260
R <sub>дружбы</sub>	Гнев	0.366	0.163	0.570	1.38±0.26	0.207	0.574
	Испуг	0.343	0.139	0.550	1.02±0.36	0.292	0.809
	Печаль	0.394	0.192	0.594	0.42±0.36	0.280	0.777
	Нейтральный	0.564	0.379	0.725	0.40±0.30	0.198	0.549
	Счастье	0.832	0.732	0.903	0.23±0.21	0.086	0.239
R <sub>избегания</sub>	Гнев	0.811	0.701	0.890	0.88±0.21	0.091	0.253
	Испуг	0.818	0.712	0.895	1.14±0.32	0.137	0.378
	Печаль	0.781	0.659	0.872	1.51±0.32	0.150	0.415
	Нейтральный	0.758	0.619	0.857	1.51±0.14	0.069	0.191
	Счастье	0.758	0.626	0.857	1.32±0.18	0.089	0.245

Таблица 7. Коэффициент внутриклассовой корреляции (ICC) для трех посещений социального взаимодействия между всеми реакциями и стимулами.

Если переменная была суммой всех трех типов реакций, а стимулы были всеми пятью типами выражения лица, то видно, что только дружественная реакция на любое выражение лица показала плохие результаты (среднее значение = 0,499). Это демонстрирует, что дружеская реакция на эмоционально-негативные выражения лица (сердитое, испуганное, грустное) варьируется между группами субъектов от одного визита к другому. Измерения стабильности ответа показали меньшую вариабельность между тестом и повторным тестом реакции с типом избегания, чем для реакций нападения и предложения дружбы. В заключении все 3 посещения показали хорошую надежность тестирования по методологии «test-retest reliability» (среднее значение = 0,741 в таблице 1). Тем не менее, необходимо заметить, что имеются большие различия между визитами и дружественными реакциями, что служит подтверждением действия социальных взаимодействий в окончании исследования (Таблица 7).

## ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ

### 4.1. Нейробиологическая связь личностных характеристик и социального реактивного поведения

Чтобы обеспечить адекватную поведенческую реакцию на предъявленные эмоционально-окрашенные сигналы, человек должен распознать психическое состояние партнера и провести различие между репрезентациями себя и партнера. При этом связь между эмоциональным социальным стимулом и поведенческим ответом обусловлена специфической электрической активностью мозга. Показано, что отдельные регионы коры головного мозга распознают черты личности, после чего мозг объединяет эти черты, создавая «модель личности» для прогнозирования поведения других людей в тех или иных ситуациях (Hassabis et al., 2013). В целом, люди автоматически используют сигналы, связанные со внешностью партнера, чтобы предсказать надежность партнера по взаимодействию и построить свое поведение в соответствии с этими оценками (Chang et al., 2010; DeSteno et al., 2012; Posten et al., 2014).

Эффект опосредования (медиации) был обнаружен нами в тета-диапазоне частот в области коры головного мозга, расположенной на границе между височной и теменной долями, которая упоминается как задняя нижняя теменная доля, угловая извилина, поле Бродмана 39 или задняя верхняя височная борозда. В координатах MNI эта область соответствует хвостовому кластеру RTPJ (Vzdok et al., 2013). При объединении потоковых данных, результатов комплементарного анализа коннективности и функционального декодирования, оказалось, что хвостовой кластер RTPJ является структурной частью DMN. Известно, что RTPJ – одна из ключевых структур «социального мозга» (Frith, Frith, 2010), обеспечивающая социальное познание, в том числе вовлеченная в «модель психического», эмпатию, а также в социальное взаимодействие (Decety, Lamm, 2007; Tang et al., 2016; Zaitchik et al., 2010) и описано, что транскраниальная стимуляция RTPJ постоянным током либо снижает точность в задачах ТоМ и когнитивной эмпатии (Case, Given, 2016), либо усиливает социальные способности и обнаружение лжи (Santiesteban et al., 2012; Sowden, 2012) в зависимости от характеристик тока. Таким образом, RTPJ участвует в процессе имитации, определяет способность отделять себя от других людей, а также переключаться между представлениями о себе и о других людях (Sowden, Catmur, 2015).

В то же время в нашем исследовании mPFC, другая область мозга, которую мы считали потенциальным медиатором связи социального стимула и поведенческого ответа, не продемонстрировала значимого эффекта опосредования (медиации), однако, была выявлена в качестве достоверного коррелята обработки социального стимула (путь а для

реактивного ответа) и поведенческого ответа (путь *b* для нереактивного ответа). Большой массив данных указывает на вовлеченность mPFC как в восприятие эмоциональных социальных стимулов, так и в регуляцию социального поведения (Amodio, Frith, 2006; Eimer, Holmes, 2007; Harris et al., 2005; Krueger et al., 2009; Mitchell et al., 2006; Quirk, Beer, 2006). Можно предположить, что в модели ВССВ связанная с событиями тета-активность в mPFC отражает восприятие эмоционального выражения лица, и при этом обуславливает нереактивную компоненту поведенческой реакции, но не опосредует связь между стимулом и реакцией ни для реактивной, ни для нереактивной компоненты социального поведения.

Как для реактивных, так и для нереактивных ответов выявленные эффекты опосредования (медиации) обусловлены ковариацией между путями *a* и *b*, а не комбинацией последовательных эффектов пути *a* и пути *b*. Этот факт подтверждается наличием значительных индивидуальных различий (между разными субъектами в процессе социальных взаимодействий) в электрической активности RTPJ. Известно, что последовательные эффекты опосредования (медиации) проявляются в относительно простых поведенческих моделях: в исследовании мозговых структур – медиаторов (опосредователей) реакции на болезненный ожог, которая является заведомо более простым поведением, чем социальное взаимодействие, показано, что большинство медиаторов (опосредователей) обусловлено ковариацией между путями *a* и *b*, а не комбинацией соответствующих последовательных эффектов (Atlas et al., 2014).

На Рисунке 19 показано, что связанная с экспериментальными событиями тета-активность в RTPJ в группе rPOS положительно коррелирует с недружелюбностью/агрессивностью стимулов (предъявленных лиц) и ответов (выбранными поведенческими реакциями), тогда как в группе rNEG она положительно коррелирует с неагрессивностью/дружелюбностью стимула и ответа. Неоднократно показано, что связанная с событиями тета-синхронизация коррелирует с эмоциональным возбуждением (Aftanas et al., 2001; Aftanas, Golosheikine, 2001; Aftanas et al., 2003b; Bekkedal et al., 2011; Güntekin, Başar, 2014; Knyazev, 2007; Savostyanov et al., 2009). Кроме того, известно, что негативные эмоциональные стимулы обычно привлекают больше внимания и вызывают более сильное эмоциональное возбуждение, нежели нейтральные или эмоционально позитивные стимулы (Anderson, 2003; Knyazev et al., 2008a; Knyazev et al., 2008b; Knyazev et al., 2009; Vuilleumier et al., 2001). Однако было бы упрощением описание связи между эмоциональным стимулом и поведенческой реакцией законом «все или ничего». Описан ряд факторов, таких как значимость (релевантность) задач, текущее настроение и личностные (диспозиционные) характеристики, которые могут влиять на

выраженность эмоционального возбуждения, вызванного различными видами раздражителей (Holmes, Mathews, 2005; Okon-Singer et al., 2013; Pessoa et al., 2002).

В нашем эксперименте в контексте социальных взаимодействий у большинства участников степень эмоционального возбуждения возрастала с увеличением нежелания стимулировать/реагировать; эти участники составляют группу rPOS. При этом некоторые участники не были склонны воспринимать негативные раздражители и реагировать на них, а выстраивали свое восприятие и поведение в позитивном ключе (группа rNEG). Такие участники могут выборочно выбирать положительные эмоциональные стимулы и реагировать на них дружеским поведением. У них счастливые лица и дружеский выбор связаны с более высоким эмоциональным возбуждением и сопутствующей тета-синхронизацией. И в то же время группа rNEG показала значительно более высокие оценки конформности, чем все остальные участники. Таким образом, межличностные различия в коэффициенте опосредования (медиации) в RTPJ обусловлены конформностью, которая объясняет до 25% его изменчивости. На первый взгляд, наличие связи между конформностью и реактивным социальным поведением может показаться нелогичной и можно было бы ожидать, что конформность будет сопровождаться дружеским поведением, независимо от эмоции партнера. Действительно, имеются данные о том, что конформность наряду с добросовестностью, открытостью и экстраверсией предрасполагает к восприятию всех выражений лица как более дружелюбных (Knyazev et al., 2008a; Knyazev et al., 2008b). А на поведенческом уровне экстраверсия и, в частности, ее грань – коммуникабельность, предрасполагает к более дружественному поведению в ВССВ, тогда как враждебность и тревожность ведут к агрессивному и избегающему поведению соответственно (Knyazev et al., 2013; Knyazev et al., 2015).

Известно, что социальные аспекты поведения, в частности, эмпатия (сопереживание), связаны с личностными факторами «большой пятерки» (Song, Shi, 2017). Считается также, такое сопереживание является основной для дружелюбности (Nettle, Liddle, 2008). При этом, дружелюбность наиболее тесно связана со склонностью к взаимодействию с партнером (кооперативностью) (Denissen, Penke, 2008; Pothos et al., 2011), а реактивное поведение в ВССВ можно рассматривать как модель сотрудничества. Будучи от природы предрасположенными к сотрудничеству, конформные люди чаще проявляют этот тип социального поведения. Всё указывает на то, что люди с высокой степенью конформности склонны быстрее принимать эмоционально-окрашенные решения и демонстрируют более выраженную активность в области RTPJ при принятии эмоциональных решений по сравнению с людьми с низким уровнем конформности (Haas et al., 2015). Напротив, низкая конформность, связанная с пограничными личностными

качествами, характеризуется заметно сниженной активностью в RTPJ во время эмоциональной задачи (Haas, Miller, 2015). Наш анализ определения тенденций в эффектах опосредования (медиации) показывает, что у конформных участников прослеживается тенденция реагировать на счастливые лица предложением дружбы.

Что касается нереактивной компоненты поведенческого ответа, эффект опосредования (медиации) был обнаружен в левой первичной соматосенсорной коре. Учитывая, что все участники исследования были правшами, этот эффект, вероятно, отражает подготовку к нажатию кнопки и, не исключено, может быть случайным. Любопытно, что нереактивная компонента ответа не коррелирует с каким-либо личностным качеством, хотя можно было ожидать, что нереактивное поведение, подобно реактивному, будет связано с индивидуальными характеристиками. Однако в модели ВССВ, которая не подразумевает целенаправленного поведения, нереактивная компонента поведения, скорее всего, является случайной.

Подведем итог: наше исследование показывало, что связь между эмоциональным социальным стимулом и поведенческим откликом опосредована (медиирована) связанной с событиями тета-активностью в RTPJ. Сила медиации (посредничества) положительно связана с конформностью, т.е. у более конформных людей тета-активность в RTPJ при социальных взаимодействиях более выражена.

#### **4.2. Взаимосвязь между характеристиками личности и реакцией**

Мы проанализировали связь между реакцией субъекта на различные выражения лиц и характеристиками личности субъекта в соответствии с теорией Айзенка. Нами выявлены достоверные зависимости типа реакции (атаковать, избежать, подружиться) от таких параметров личности, как конформность, коллективизм, эмоциональный интеллект, устойчивость (в соответствии со шкалой устойчивости Коннор-Дэвидсона, Connor-Davidson Resilience Scale, RISC), экстраверсия, тревожность (по шкале Спилберга, State-trait Anxiety Inventory, STAI), гнев и нейротизм, и это является доказательством того, что индивидуальные характеристики личности человека во многом определяют любого рода социальное поведение. Результаты настоящего исследования согласуются теорией нейронной эффективности в применении к личности, согласно которой привычное поведение требует меньшей активности мозга (Knyazev et al., 2015). Кроме того, данные нейровизуализации указывают на то, что различные аспекты человеческой личности связаны со специфическими структурами мозга, и к настоящему времени выявлены корреляты личностных качеств «большой пятерки» (экстраверсия, нейротизм, открытость/интеллект, конформность и добросовестность) с функционированием DMN (Sampaio et al., 2014).



Такое качество личности, как конформность, несомненно, определяет любые межличностные отношения. Это качество является ключевым коррелятом проактивного агрессивного поведения (Merkulova et al., 2018). Известно, что люди с низкой конформностью более агрессивны и жестоки (Barlett, Anderson, 2012). Согласно нашим данным, люди с высокой конформностью предпочитают нападать чаще, чем люди с низкой конформностью и редко нападают на агрессивные лица (Рисунок 18).

Конформность также связана с дружелюбным альтруистическим поведением и позволяет избежать конкуренции, гнева, эгоцентризма и ревности (Graziano, Eisenberg, 1997; Goldsmith, Harman, 1994; Ode et al., 2008; Robinson, 2007) – это обусловлено социально-когнитивной составляющей ТоМ (Nettle, Liddle, 2008). Конформность связана с кооперативностью (Denissen, Penke, 2008; Pothos et al., 2011), и наши результаты показывают, что люди с высоким уровнем конформности более склонны заводить друзей и меньше хотят нападать на партнера или избегать его. Это укладывается в концепцию организации групп и дружеского взаимодействия, что и означает кооперативность.

В целом, люди неосознанно используют впечатления от партнера для оценки потенциальной степени доверия партнеру по взаимодействию и для того, чтобы вести себя соответствующим образом (Chang et al., 2010; DeSteno et al., 2012; Posten et al., 2014), ведь на поведение людей может бессознательно влиять знание, которое случайно активизируется в памяти во время социального восприятия (Ferguson, Bargh, 2004). Будучи склонными к сотрудничеству, конформные люди желают идти на сотрудничество и могут это сделать. Предполагается, что в основе конформности лежит склонность вникать в психические состояния других людей (Nettle, Liddle, 2008). Люди с высоким уровнем конформности, очевидно, склонны принимать решения, основываясь на эмоциях, быстрее, чем люди с низким уровнем конформности (Haas et al., 2015).

Беспокойство и агрессивность могут predispose к преувеличению враждебных намерений в других людях (Knyazev et al, 2008), что, в свою очередь, оказывает влияние на повседневные межличностные отношения. Это подтверждают и наши результаты: люди с высоким уровнем нейротизма чаще избегают других и реже предлагают дружбу.

Экстраверсия свойственна оптимистичным личностям (Sharpe et al., 2011), которые демонстрируют позитивную аффективную ассоциацию (Canli, 2004), поэтому они чаще предлагают дружбу и реже избегают других, чем люди с высоким уровнем интроверсии.

Экстраверсия, нейротизм, конформность с высокой долей вероятности указывают на то, что человек склонен предлагать дружбу. Таким образом, наши результаты свидетельствуют о том, что различия в эмоциональности являются надежными

предикторами качественных аспектов социальных отношений людей (Berry et al., 2000).

Результаты оценки ситуативной и личностной тревожности (опросник STAI) оказались тесно связаны с личностным качеством «большой пятерки» нейротизм, и выраженность тревожности проявила ту же связь с реакцией, что и выраженность нейротизма.

Люди с высокой устойчивостью по шкале RISC, часто предлагают дружбу, они более общительны и чаще предлагают дружить любым типам лиц по сравнению с другими реакциями, но при этом люди с низкой устойчивостью предлагают дружбу чаще, чем люди с высоким показателем устойчивости. Эти результаты только подтверждают то, что качество устойчивости очень важно для создания отношений (Cross et al., 2002). И люди с высоким показателем устойчивости более часто проявляют поведение, направленное на поддержание отношений, они чаще выполняют действия, связанные с дружбой, и свидетельствуют о более высоком качестве межличностных отношений (Morry et al., 2010), они положительно оценивают свои отношения с окружающими (Cross et al., 2000) в отличие от людей с низкими показателями устойчивости.

Коллективизм – качество, которое значительно различается у представителей разных культур. Например, в некоторых исследованиях (Matsumoto et al., 1998) можно видеть, что в культурах Японии и США нет явных различий, но существует значительная разница в личностных характеристиках индивидуалистически-коллективистских групп в деятельности мозга (Matsumoto, 2009; Matsumoto et al., 2008; Biehl et al., 1997; Jack et al., 2012). Примечательно, что в наших исследованиях мы обнаружили существенные различия между выраженностью коллективизма и реакцией, и, кроме того, люди с низким коллективизмом (высоким индивидуализмом) чаще нападают на агрессивных людей. Коллективизм-индивидуализм описаны в деталях анатомической структуры в исследовании методом МРТ (Chiao et al., 2009). Известно также, что людям с выраженным коллективизмом нужно меньше времени для перехода в другое эмоциональное состояние, эмоциональная лабильность у таких людей выше, чем в группе людей с низким уровнем коллективизма (Pies et al., 2007; Fox, Raichle, 2007).

Наши результаты согласуются с той гипотезой, что такие личностные качества, как гнев, довольно хорошо описывают реакцию человека. Пятифакторная личность существенно предсказывает характерные черты гнева и стили выражения гнева (гнев-внутри, гнев-вовне и контроль гнева) (Özyeşil, 2012). А люди с высокой тревожностью реже избегают других и дружбы, потому что они не знают, чего ждать от других, и, вероятно, боятся ошибочно думать о себе от других, потому что такие люди имеют неправильную обратную связь (Wild et al., 2008).

Подводя итог, можно сказать, что наше исследование показало, что существует значительная связь между эмоциональным социальным стимулом (мимикой) и поведенческим откликом (реакциями), что подтверждается, помимо прочего, высоким уровнем достоверности повторного тестирования.

Проведенное нами исследование имеет ряд ограничений, связанных с виртуальностью партнера по социальному взаимодействию (лица из базы данных Karolinska Directed Emotional Faces (2008)), поскольку реальное социальное взаимодействие с изображением невозможно. Тем не менее, наша работа служит фундаментом для дальнейших экспериментов, которые мы планируем проводить с привлечением реальных людей в качестве социальных партнеров для испытуемых.

#### **4.3 Проверка надежности с помощью метода «test-retest reliability».**

Метод «test-retest reliability» выявил высокую надежность (воспроизводимость) полученных данных. Согласно нашим результатам, проведенный эксперимент почти идеален, т.е. чем более достоверны полученные данные, тем более надежны основанные на них прогнозы.

Следует отметить, что результат метода «test-retest reliability» имеет некоторое искажение из-за ограничения модели социального взаимодействия в том, что касается дружеской реакции (почти никто не хочет дружить с разъяренным или испуганным человеком), поэтому в суммирующих переменных много «нулевых» коэффициентов, что вносит погрешность в полученный результат.

Подводя итог, можно утверждать, что наше исследование показало, что связь между эмоциональным социальным стимулом (мимикой) и поведенческим откликом (реакциями) очень глубока, что подтверждается высоким уровнем сходимости данных при повторном тестировании.

## ВЫВОДЫ

1. Поведение в модели виртуальных социальных взаимодействий имеет реактивный и нереактивный компоненты.
2. Связь между эмоциональной валентностью стимула и поведенческой реакцией при реактивном социальном взаимодействии опосредуется тега-активностью в правой височно-теменной корковой области.
3. Сила эффекта медиации (опосредования) положительно связана с личностной чертой «конформность» (agreeableness) из пятифакторной модели личности.
4. Эффект медиации для нереактивного компонента поведенческого ответа проявляется в левой первичной соматомоторной коре.
5. Данные, получаемые с помощью ВССВ, имеют степень надежности ранга “хорошая” в соответствии с методикой test-retest reliability.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенк Г., Вильсон Г., Джексон К. Личностный профиль по Айзенку. Руководство. – 1999. – 53 с.
2. Афтанас Л.И., Геворгян М.М., Жанаева С.Я., Дземидович С.С., Куликова К.И., Альперина Е.Л., Даниленко К.В., Идова Г.В., Терапевтические эффекты ритмической транскраниальной магнитной стимуляции (rTMS) на показатели нейровоспаления и нейропластичности у пациентов с болезнью Паркинсона: плацебоконтролируемое исследование // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2018. – Т. 162. – №. 2. – С. 155-159.
3. Базанова О.М., Штарк М.Б. Биоуправление в оптимизации музыкальной деятельности // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2004. – V. 24. – №. 3. – С. 114-122.
4. Гнездинский В. В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография // Москва «МЕД-пресс-информ». – 2004. – 623 с.
5. Князев Г.Г., Митрофанова Л.Г., Бочаров А.В., Валидизация русскоязычной версии опросника Л.Голдберга «Маркеры факторов «Большой пятерки» // Психологический журнал. - 2010. – V. 31. – С. 100-110.
6. Лапин И. А., Алфимова М. В. ЭЭГ-маркеры депрессивных состояний // Социальная и клиническая психиатрия. – 2014. – Т. 24. – №. 4. – С. 81-89.
7. Меркулова Е.А., Зюбин В.Е., Князев Г.Г. Метод проверки гипотез на базе статистической обработки разнородных электроэнцефалографических данных // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. – 2019. – Т. 17. – №. 1. – С. 61-71.
8. Меркулова Е.А., Козулин И.А., Бочаров А.В., Савостьянов А.Н., Князев Г.Г. Верификация надежности экспериментальных данных методами статистического анализа test-retest // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. – 2020. – Т. 18. – №. 3 (в печати).
9. Назарова М. А., Благовещенский Е.Д., Никулин В.В., Митина М.В. Транскраниальная магнитная стимуляция с электроэнцефалографией: методология, экспериментальные и клинические возможности // Нервно-мышечные болезни. – 2017. – Т. 7. – №. 4. – С. 20-32.
10. Разумникова О. М. Особенности фоновой активности коры мозга в зависимости от пола и личностных суперфакторов Айзенка // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2004а. – Т. 54. – №. 4. – С. 455-465.
11. Разумникова О. М., Пусикова М. В. Современные представления о социальном

- интеллекте и социальной креативности: значение тормозных функций в социальной адаптации // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2018. – Т. 11. – №. 1.
12. Разумникова О.М. Мышление и функциональная асимметрия мозга. // Издательство Сибирского отделения РАН (Новосибирск). – 2004б. – 271 с.
13. Разумникова О.М., Брызгалов А.О. Частотно-пространственная организация электрической активности мозга при креативном вербальном мышлении: роль фактора пола // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П.Павлова. – 2005. – Т. 55. – №. 4. – С. 487-495.
14. Шарова Е.В., Шендяпина М.В., Болдырева Г.Н., Давыдова Н.Ю., Мигалев А.С., Челяпина М.В., Куликов М.А., Жаворонкова Л.А., Ениколопова Е.В., Фадеева Л.М., Корниенко В.Н. Анализ индивидуальной вариативности фМРТ-ответов здоровых испытуемых при открывании глаз, двигательных и речевых нагрузках // Физиология человека. – 2015. – Т. 41. – №. 1. – С. 5-16.
15. Штарк М. Б., Павленко С. С., Скок А. Б., Шубина О.С. Биоуправление в клинической практике // Неврологический журнал. – 2000. – № 5. – С. 52–56.
16. Adolphs R. Social cognition and the human brain // Trends in cognitive sciences. – 1999. – V. 3. – №. 12. – P. 469-479.
17. Adolphs R. What does the amygdala contribute to social cognition? // Annals of the New York Academy of Sciences. – 2010. – V. 1191. – №. 1. – P. 42-61.
18. Adolphs R., Baron-Cohen S., Tranel D. Impaired recognition of social emotions following amygdala damage // Journal of cognitive neuroscience. – 2002. – V. 14. – №. 8. – P. 1264-1274.
19. Aftanas L.I., Golocheikine S.A. Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: high-resolution EEG investigation of meditation // Neuroscience letters. – 2001. – V. 310. – №. 1. – P. 57-60.
20. Aftanas L.I., Pavlov S.V., Reva N.V., Varlamov A.A. Trait anxiety impact on the EEG theta band power changes during appraisal of threatening and pleasant visual stimuli // International journal of psychophysiology. – 2003a. – V. 50. – №. 3. – P. 205-212.
21. Aftanas L.I., Reva N.V., Varlamov A.A., Pavlov S.V., Makhnev V.P. Analysis of evoked EEG synchronization and desynchronization in conditions of emotional activation in humans: temporal and topographic characteristics // Neuroscience and behavioral physiology. – 2004a. – V. 34. – №. 8. – P. 859-867.
22. Aftanas L.I., Varlamov A.A., Pavlov S.V., Makhnev V.P., Reva N.V. Affective picture processing: event-related synchronization within individually defined human theta band is modulated by valence dimension // Neuroscience letters. – 2001. – V. 303. – №. 2. – P. 115-118.

23. Aftanas L.I., Varlamov A.A., Pavlov S.V., Makhnev V.P., Reva N.V. Time-dependent cortical asymmetries induced by emotional arousal: EEG analysis of event-related synchronization and desynchronization in individually defined frequency bands // *International journal of psychophysiology*. – 2002. – V. 44. – №. 1. – P. 67-82.
24. Aftanas L.I., Varlamov A.A., Reva N.V., Pavlov S.V. Disruption of early event-related theta synchronization of human EEG in alexithymics viewing affective pictures // *Neuroscience letters*. – 2003b. – V. 340. – №. 1. – P. 57-60.
25. Ahlfors S.P., Han J., Belliveau J.W., Hämäläinen M.S. Sensitivity of MEG and EEG to source orientation // *Brain topography*. – 2010. – V. 23. – №. 3. – P. 227-232.
26. Ahsan M.R., Ibrahim M.I., Khalifa O.O. EMG signal classification for human computer interaction: a review // *European journal of scientific research*. – 2009. – V. 33. – №. 3. – P. 480-501.
27. Allen T.A., Rueter A.R., Abram S.V., Brown J.S., Deyoung C.G., Personality and neural correlates of mentalizing ability // *European journal of personality*. – 2017. – V. 31. – P. 599-613.
28. Amft M., Bzdok D., Laird A.R., Fox P.T., Schilbach L., Eiskhoff S.B. Definition and characterization of an extended social-affective default network // *Brain structure and function*. – 2015. – V. 220. – №. 2. – P. 1031-1049.
29. Amodio D.M., Frith C.D. Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition // *Nature reviews. Neuroscience*. – 2006. – V.7. – P. 268-277.
30. Andersen S.M., Thorpe J. S. An IF–THEN theory of personality: Significant others and the relational self // *Journal of research in personality*. – 2009. – V. 43. – №. 2. – P. 163-170.
31. Anderson C.J. The psychology of doing nothing: forms of decision avoidance result from reason and emotion // *Psychological bulletin*. – 2003. – V. 129. – №. 1. – P. 139-167.
32. Annett M. A classification of hand preference by association analysis // *British journal of psychology*. – 1970. – V. 61. – №. 3. – P. 303-321.
33. Anticevic A., Repovs G., Shulman G.L., Barch D.M. When less is more: TPJ and default network deactivation during encoding predicts working memory performance // *Neuroimage*. – 2010. – V. 49. – №. 3. – P. 2638-2648.
34. Aoki Y., Ishii R., Pascual-Marqui R.D., Canuet L., Ikeda S., Hata M., Imajo K., Matsuzaki H., Musha T., Asada T., Iwase M., Takeda M. Detection of EEG-resting state independent networks by eLORETA-ICA method // *Frontiers in human neuroscience*. – 2015. – 9:31.
35. Ardizzi M., Sestito M., Martini F., Umiltà M., Ravera R., Gallese V. When age matters: Differences in facial mimicry and autonomic responses to peers' emotions in teenagers and adults

// PLOS ONE. – 2014. – V. 9. – №. 10. – e110763.

36. Astington J. W., Jenkins J. M. Theory of mind development and social understanding // *Cognition and emotion*. – 1995. – V. 9. – №. 2-3. – P. 151-165.
37. Atlas L.Y., Lindquist M.A., Bolger N., Wager T.D. Brain mediators of the effects of noxious heat on pain // *Pain*. – 2014. – V. 155. – №. 8. – P. 1632–1648.
38. Bado P., Engel A., de Oliveira-Souza R., Bramati I.E., Paiva F.F., Basilio R., Sato J.R., Tovar-Moll F., Moll J. Functional dissociation of ventral frontal and dorsomedial default mode network components during resting state and emotional autobiographical recall // *Human brain mapping*. – 2014. – V. 35. – №. 7. – P. 3302-3313.
39. Bahk Y.C., Choi K.H. The relationship between autobiographical memory, cognition, and emotion in older adults: A review // *Aging, Neuropsychology, and Cognition*. – 2018. – V. 25. – №. 6. – P. 874-892.
40. Baillet S., Mosher J.C., Leahy R.M. Electromagnetic brain mapping // *IEEE Signal processing magazine*. – 2001. – V. 18. – №. 6. – P. 14-30.
41. Balconi M., Lucchiari C. Consciousness and arousal effects on emotional face processing as revealed by brain oscillations. A gamma band analysis // *International journal of psychophysiology*. – 2008. – V. 67. – №. 1. – P. 41-46.
42. Balconi M., Lucchiari C. EEG correlates (event-related desynchronization) of emotional face elaboration: a temporal analysis // *Neuroscience letters*. – 2006. – V. 392. – №. 1-2. – P. 118-123.
43. Balconi M., Mazza G. Brain oscillations and BIS/BAS (behavioral inhibition/activation system) effects on processing masked emotional cues.: ERS/ERD and coherence measures of alpha band // *International journal of psychophysiology*. – 2009. – V. 74. – №. 2. – P. 158-165.
44. Banaji M.R., Greenwald A.G. Implicit stereotyping and unconscious prejudice. In: *The psychology of prejudice, The Ontario Symposium*, M.P. Zanna and J.M. Olson (Eds.), Hillsdale, NJ: Erlbaum. – 1994. – V. 7. – P. 55–76.
45. Barlett C.P., Anderson C.A. Direct and indirect relations between the Big 5 personality traits and aggressive behavior // *Personality and individual differences*. – 2012. – V. 52. – P. 870–875.
46. Baron R. M., Kenny, D. A. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic and statistical considerations // *Journal of personality and social psychology*. – 1986. – V. 51. – P. 1173-1182.
47. Baron-Cohen S., Leslie A.M., Frith U. Does the autistic child have a “theory of mind”? // *Cognition*. – 1985. – V. 21. – №. 1. – P. 37-46.
48. Barrett L., Henzi P. The social nature of primate cognition // *Proceedings of the Royal*



- Society of London. Series B, Biological Sciences. – 2005. – V. 272. – №. 1575. – P. 1865-1875.
49. Başar E. A review of alpha activity in integrative brain function: fundamental physiology, sensory coding, cognition and pathology // *International journal of psychophysiology*. – 2012b. – V. 86. – №. 1. – P. 1-24.
50. Başar E. A review of gamma oscillations in healthy subjects and in cognitive impairment // *International journal of psychophysiology*. – 2013. – V. 90. – №. 2. – P. 99-117.
51. Başar E. Brain function and oscillations. I. Brain oscillations // *Principles and approaches*, Berlin, Heidelberg: Springer, 1998.
52. Başar E. Brain function and oscillations. II. Integrative brain function // *Neurophysiology and Cognitive Processes*, Berlin, Heidelberg: Springer, 1999.
53. Başar E. Multiple oscillations and phase locking in human gamma responses: an essay in search of eigenvalues // *Neuroquantology*. – 2012a. – V. 10. – №. 4.
54. Başar E., Başar-Eroglu C, Karakas S, Schürmann M. Gamma, alpha, delta, and theta oscillations govern cognitive processes // *International journal of psychophysiology*. – 2001. – V. 39. – №. 2-3. – P. 241-248.
55. Başar E., Güntekin B. A review of brain oscillations in cognitive disorders and the role of neurotransmitters // *Brain research*. – 2008. – V. 1235. – P. 172-193.
56. Başar E., Güntekin B., Tülay E., Yener G.G. Evoked and event related coherence of Alzheimer patients manifest differentiation of sensory–cognitive networks // *Brain research*. – 2010. – V. 1357. – P. 79-90.
57. Başar E., Schurmann M. Alpha rhythms in the brain: functional correlates // *Physiology*. – 1996. – V. 11. – №. 2. – P. 90-96.
58. Başar-Eroglu C., Başar E., Demiralp T., Schürmann M. P300-response: possible psychophysiological correlates in delta and theta frequency channels. A review // *International journal of psychophysiology*. – 1992. – V. 13. – №. 2. – P. 161-179.
59. Başar-Eroglu C., Demiralp T. Event-related theta oscillations: an integrative and comparative approach in the human and animal brain // *International journal of psychophysiology*. – 2001. – V. 39. – №. 2-3. – P. 167-195.
60. Bast T., Oezkan O., Rona S., Stippich C., Seitz A., Rupp A., Fauser S., Zentner J., Rating D., Scherg M. EEG and MEG source analysis of single and averaged interictal spikes reveals intrinsic epileptogenicity in focal cortical dysplasia // *Epilepsia*. – 2004. – V. 45. – №. 6. – P. 621-631.
61. Bauer D.J., Preacher K.J., Gil K.M. Conceptualizing and testing random indirect effects and moderated mediation in multilevel models: New procedures and recommendations // *Psychological methods*. – 2006. – V. 11. – №. 2. – P. 142-163.

62. Bazanova O. Comments for current interpretation EEG alpha activity: A review and analysis // *Journal of behavioral and brain science*. – 2012. – V. 2. – №. 2. – P. 239.
63. Bazanova O. M. Is music anxiolytic or stressful factor during the menstrual cycle for women — professional musicians? In: *Proceedings of the 7th Multidisciplinary Conference on Stress and Behavior*. – 2003. – P. 39-40.
64. Bazanova O. M., Vernon D. Interpreting EEG alpha activity // *Neuroscience and biobehavioral reviews*. – 2014. – V. 44. – P. 94-110;
65. Bazanova O.M., Aftanas L.I. Individual measures of electroencephalogram alpha activity and non-verbal creativity // *Neuroscience and behavioral physiology*. – 2008. – V. 38. – №. 3. – P. 227-235
66. Bekkedal M.Y.V., Rossi III J., Panksepp J. Human brain EEG indices of emotions: delineating responses to affective vocalizations by measuring frontal theta event-related synchronization // *Neuroscience and biobehavioral reviews*. – 2011. – V. 35. – №. 9. – P. 1959-1970.
67. Benjamini Y., Hochberg Y. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing // *Journal of the Royal statistical society: series B (Methodological)*. – 1995. – V. 57. – №. 1. – P. 289-300.
68. Ben-Simon E., Podlipsky I., Arieli A., Zhdanov A., Hendler T., Never resting brain: simultaneous representation of two alpha related processes in humans // *PLOS ONE*. – 2008. – V. 3. – e3984.
69. Berry C.M., Sackett P. R., Tobares V. A meta-analysis of conditional reasoning tests of aggression // *Personnel psychology*. – 2010. – V. 63. – №. 2. – P. 361–384.
70. Berry D.S., Willingham J.K., Thayer C.A. Affect and personality as predictors of conflict and closeness in young adults' friendships // *Journal of research in personality*. – 2000. – V. 34. – №. 1. – P. 84-107.
71. Biehl M., Matsumoto D., Ekman P., Hearn V., Heider K., Kudoh T., Ton V. Matsumoto and Ekman's Japanese and Caucasian Facial Expressions of Emotion (JACFEE): Reliability data and cross-national differences // *Journal of nonverbal behavior*. – 1997. – V. 21. – №. 1. – P. 3-21.
72. Biraben A, Taussig D, Thomas P, Even C, Vignal J, Scarabin J, Chauvel P. Fear as the main feature of epileptic seizures // *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. – 2001. – V. 70. P. 186 –191.
73. Biswal B., Yetkin F.Z., Haugton V.M., Hyde J.S. Functional connectivity in the motor cortex of resting human brain using echo-planar MRI // *Magnetic resonance in medicine*. – 1995. – V. 34. – №. 4. – P. 537-541.

74. Boly M., Tshibanda L., Vanhaudenhuyse A., Noirhomme Q., Schnakers C., Ledoux D., Bouveroux P., Garweg C., Lambermont B., Phillips C., Luxen A., Moonen G., Bassetti C., Maquet P., Laureys S. Functional connectivity in the default network during resting state is preserved in a vegetative but not in a brain dead patient // *Human brain mapping*. – 2009. – V. 30. – №. 8. – P. 2393-2400.
75. Bonnelle V., Leech R., Kinnunen K.M., Ham T.E., Beckman C.F., De Boissezon X., Greenwood R.J., Sharp D.J. Default mode network connectivity predicts sustained attention deficits after traumatic brain injury // *Journal of Neuroscience*. – 2011. – V. 31. – №. 38. – P. 13442-13451
76. Botvinick M., Jha A.P., Bylsma L.M., Fabian S.A., Solomon P.E. Prkachin, K.M. Viewing facial expressions of pain engages cortical areas involved in the direct experience of pain // *Neuroimage*. – 2005. – V. 25. – №. 1. – P. 312-319.
77. Botzung A., Denkova E., Ciuciu P., Scheiber C., Manning L. The neural bases of the constructive nature of autobiographical memories studied with a self-paced fMRI design // *Memory*. – 2008. – V. 16. – №. 4. – P. 351-363
78. Bowman L.C., Wellman H.M. Neuroscience contributions to childhood theory-of-mind development. In: *Contemporary perspectives on research in theories of mind in early childhood education*. – 2014. – P.195-224.
79. Bradford E.E.F., Jentsch I., Gomez J.C. From self to social cognition: Theory of mind mechanisms and their relation to executive functioning // *Cognition*. – 2015. – V. 138. – P. 21-34.
80. Bradley A., Yao J., Dewald J., Richter C.P. Evaluation of electroencephalography source localization algorithms with multiple cortical sources // *PLOS ONE*. – 2016. – V. 11. – №. 1. – e0147266.
81. Bromm B., Meier W., Scharein E. Pre-stimulus/post-stimulus relations in EEG spectra and their modulations by an opioid and an antidepressant // *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. – 1989. – V. 73. – №. 3. – P. 188-197.
82. Brookes M.J., Hale J.R., Zumer J.M., Stevenson C.M., Francis S.T., Barnes G.R., Owen J.P., Morris P.G., Nagarajan S.S. Measuring functional connectivity using MEG: methodology and comparison with fcMRI // *Neuroimage*. – 2011a. – V. 56. – P. 1082–1104.
83. Brookes M.J., Liddle E.B., Hale J.R., Woolrich M.W., Luckhoo H., Liddle P.F., Morris P.G. Task induced modulation of neural oscillations in electrophysiological brain networks // *Neuroimage*. – 2012. – V. 63. – P. 1918–1930.
84. Brookes M.J., Wood J.R., Stevenson C.M., Zumer J.M., White T.P., Liddle P.F., Morris P.G. Changes in brain network activity during working memory tasks: a magnetoencephalography study // *Neuroimage*. – 2011b. – V. 55. – №. 4. – P. 1804-1815.

85. Brookes M.J., Woolrich M., Luhoo H., Price D., Hale J.R., Stephenson M.C., Barnes G.R., Smith S.M., Morris P.G. Investigating the electrophysiological basis of resting state networks using magnetoencephalography // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2011c. – V. 108. – №. 40. – P. 16783-16788.
86. Brothers L. Neurophysiology of the perception of intentions by primates. In: M.S. Gazzaniga (Ed.) *The cognitive neuroscience*. – The MIT Press. – 1995. – P. 1107-1115.
87. Brothers L. The social brain: a project for integrating primate behavior and neurophysiology in a new domain. In: J.T. Cacioppo, G.G. Berntson, R. Adolphs, C.S. Carter, M.K. McClintock, M.J. Meaney, D.L. Schacter, E.M. Sternberg, S. Suomi, S.E. Taylor (Eds.) *Foundations in social neuroscience*. – 2002. – V. 367. – P. 385.
88. Brugman S., Lobbestael J., Arntz A., Cima M., Schuhmann T., Dambacher F., Sack A.T. Identifying cognitive predictors of reactive and nonreactive aggression // *Aggressive behavior*. – 2015. – V. 41. – P. 51–64.
89. Buckner R.L., Andrews-Hanna J.R., Schacter D.L. The brain's default network: anatomy, function, and relevance to disease // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2008. – V. 1124. – P. 1-38.
90. Budaházi Á., Fantoly Z. Brain fingerprinting as a criminalistics technique and method // *Magyar Rendészet*. – 2019. – V. 19. – №. 1. – P. 35-49.
91. Bufalari I., Aprile T., Avenanti A., Di Russo F., Aglioti S.M. Empathy for pain and touch in the human somatosensory cortex // *Cerebral Cortex*. – 2007. – V. 17. – P. 2553–2561.
92. Buzsáki G., Draguhn A. Neuronal oscillations in cortical networks // *Science*. – 2004. – V. 304. – №. 5679. – P. 1926-1929.
93. Bzdok D., Langner R., Schilbach L., Jakobs O., Roski C., Caspers S., Laird A.R., Fox P.T., Zilles K., Eickhoff S.B. Characterization of the temporo-parietal junction by combining data-driven parcellation, complementary connectivity analyses, and functional decoding // *Neuroimage*. – 2013. – V. 81. – P. 381-392.
94. Cacioppo J.T., Berntson G.G. Social psychological contributions to the decade of the brain: Doctrine of multilevel analysis // *American Psychologist*. – 1992. – V. 47. – №. 8. – P. 1019–1028.
95. Cacioppo J.T., Berntson G.G., Decety J. A history of social neuroscience. In: Kruglanski, A.W., Stroebe, W. (Eds.), *Handbook of the History of Social Psychology*. Psychology Press, New York. – 2011a. – P. 123–136.
96. Cacioppo J.T., Hawley L.C., Norman G.J., Berntson G.G. Social isolation // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2011b. – V. 1231. – №. 1. – P. 17-22.
97. Canli T. Functional brain mapping of extraversion and neuroticism: learning from

individual differences in emotion processing // *Journal of personality*. – 2004. – V. 72. – №. 6. – P. 1105-1132.

98. Cantero J.L., Atienza M. The role of neural synchronization in the emergence of cognition across the wake-sleep cycle // *Review of Neuroscience*, 2005, V. 16, P. 69-83.

99. Carrington S. J., Bailey A. J. Are there theory of mind regions in the brain? A review of the neuroimaging literature // *Human brain mapping*. – 2009. – V. 30. – №. 8. – P. 2313-2335.

100. Carter R.M., Huettel S.A., A nexus model of the temporal-parietal junction // *Trends in Cognitive Science*. – 2013. – V. 17. – P. 328–336.

101. Casacchia M., Mazza M., Roncone R. Theory of mind, social development, and psychosis // *Current Psychiatry Reports*. – 2004. – V. 6. – №. 3. – P. 183-189.

102. Case D.O., Given L.M. Looking for information: A survey of research on information seeking, needs, and behavior. – Bingley, UK. – Emerald Group Publishing. – 2016. – 528 pp.

103. Caspi A., Shiner R.L. Personality development. In: *Handbook of Child Psychology*, V. 3. Social, Emotional, and Personality Development, series ed. W Damon, R Lerner, vol. ed. N Eisenberg. New York: Wiley. 6th ed. – 2006. – P. 300–65.

104. Cesarini D., Dawes C.T., Fowler J.H., Johannesson M., Lichtenstein P., Wallace B. Heritability of cooperative behavior in the trust game // *Proceedings of New York Academy of Sciences*. – 2008. – V. 105. – P. 3721–3726.

105. Chang L.J., Doll B.B., van't Wout M., Frank M.J., Sanfey A.G., 2010. Seeing is believing: trustworthiness as a dynamic belief // *Cognitive Psychology*. – V. 61. – №. 2. – P. 87–105.

106. Chen J.E., Glover G.H. BOLD fractional contribution to resting-state functional connectivity above 0.1 Hz // *Neuroimage*. – 2015. – V. 107. – P. 207-218.

107. Chen J.L., Ros T., Gruzelier J.H. Dynamic changes of ICA-derived EEG functional connectivity in the resting state // *Human brain mapping*. – 2012. – V. 34. – P. 852–868.

108. Chiao J.Y., Harada T., Komeda H., Li Z., Mano Y., Saito D., Parrish T.B., Sadato N., Iidaka T. Neural basis of individualistic and collectivistic views of self // *Human brain mapping*. – 2009. – V. 30. – №. 9. – P. 2813-2820.

109. Chiu Y.C., Esterman M., Han Y., Rosen H., Yantis S. Decoding task-based attentional modulation during face categorization // *Journal of cognitive neuroscience*. – 2011. – V. 23. - №. 5. – P. 1198-1204.

110. Churchland P. Folk psychology and the explanation of human behavior. In: Greenwood J.D. (Ed.) *The Future of Folk Psychology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. – 1991. – P. 51–69.

111. Cichocki A., Douglas S.C., Amari S. Robust techniques for independent component

- analysis (ICA) with noisy data // *Neurocomputing*. – 1998. – V. 22. – №. 1-3. – P. 113-129
112. Cima M., Raine A. Distinct characteristics of psychopathy relate to different subtypes of aggression // *Personality and individual differences*. – 2009. – V. 47. P. 835–840.
113. Cloninger C.R. Temperament and personality // *Current Opinion in Neurobiology*. – 1994. – V. 4. – №. 2. – P. 266–273.
114. Coccaro E.F., Sripada C.S., Yanowitch R.N., Phan K.L. Corticolimbic function in impulsive aggressive behavior // *Biological Psychiatry*. – 2011. – V. 69. – P. 1153–1159.
115. Cohen D. Magnetoencephalography: detection of the brain's electrical activity with a superconducting magnetometer // *Science*. – 1972. – V. 175. – №. 4022. – P. 664-666
116. Cohen M.X. Where does EEG come from and what does it mean? // *Trends in neurosciences*. – 2017. – V. 40. – №. 4. – P. 208-218.
117. Cohen M.X., Elger C. E., Ranganath C. Reward expectation modulates feedback-related negativity and EEG spectra // *Neuroimage*. – 2007. – V. 35. P. 968–978.
118. Cohen M.X., Elger C.E., Fell J. Oscillatory activity and phaseamplitude coupling in the human medial frontal cortex during decision making // *Journal of cognitive neuroscience*. – 2009. – V. 21. – P. 390–402.
119. Compton R.J. The interface between emotion and attention: A review of evidence from psychology and neuroscience // *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*. – 2003. – V. 2. – №. 2. – P. 115-129.
120. Congedo M. Subspace projection filters for real-time brain electromagnetic imaging // *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. – 2006. – V. 53. – №. 8. – P. 1624-1634.
121. Connie T., Teoh A., Ngo D. Palmprint recognition with PCA and ICA // *Conference of Image and Vision Computing, New Zealand*. – 2003. – P. 227-232.
122. Connor D. F., Steingard R.J., Cunningham J.A., Anderson J.J., Melloni Jr. R.H. Proactive and reactive aggression in referred children and adolescents // *American Journal of Orthopsychiatry*. – 2004. – V. 74. – №. 2. – P. 129-136.
123. Cooper N.R., Croft R.J., Dominey S.J.J., Burgess A.P., Gruzelier J.H. Paradox lost? Exploring the role of alpha oscillations during externally vs. internally directed attention and the implications for idling and inhibition hypotheses // *International journal of psychophysiology*. – 2003. – V. 47. – №. 1. – P. 65-74.
124. Corr P.J. Reinforcement sensitivity theory (RST): Introduction. In: P.J.Corr (Ed.) *The reinforcement sensitivity theory of personality*. – Cambridge University Press, UK. – 2008. – P. 1-43.
125. Costa P.T., McCrae R.R. Four ways five factors are basic // *Personality and individual differences*. – 1992. – V. 13. – №. 6. – P. 653-665.

126. Cox R., Ashburner J., Breman H., Fissell K., Haselgrove C., Holmes C.J., Lancaster J.L., Rex D.E., Smith S.M., Woodward J.B. Strother S.C. A (sort of) new image data format standard: NIfTI-1 // 10th Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping. – 2004.
127. Cozolino L. The neuroscience of human relationships: Attachment and the developing social brain. WW Norton & Company. – 2014. – 656 pp.
128. Croft R.J., Barry R.J. Removal of ocular artifact from the EEG: a review // *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*. – 2000. – V. 30. – №. 1. – p. 5-19.
129. Cross S.E., Bacon P.L., Morris M.L. The relational-interdependent self-construal and relationships // *Journal of personality and social psychology*. – 2000. – V. 78. – №. 4. – P. 791-808.
130. Cross S.E., Morris M.L., Gore J.S. Thinking about oneself and others: The relational-interdependent self-construal and social cognition // *Journal of personality and social psychology*. – 2002. – V. 82. – №. 3. – P. 399-418.
131. Cunningham W.A., Johnson M.K., Raye C.L., Gatenby J.C., Gore J.C., Banaji M.R. Separable neural components in the processing of black and white faces // *Psychological Science*. – 2004. – V. 15. – №. 12. – P. 806 – 813.
132. Curtin A., Tong S., Sun J., Wang J., Onaral B., Ayaz H. A systematic review of integrated functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) and transcranial magnetic stimulation (TMS) studies // *Frontiers in neuroscience*. – 2019. – 13:84.
133. Damasio A. Descartes' error: emotion, reason, and the human brain. – New York: Putnam Berkeley. – 1994.
134. Dang L.C., O'Neil J.P., Jagust W.J. Dopamine supports coupling of attention-related networks // *Journal of Neuroscience*. – 2012. – V. 32. – №. 28. – P. 9582-9587.
135. Davey C.G., Pujol J., Harrison B.J. Mapping the self in the brain's default mode network // *Neuroimage*. – 2016. – V. 132. – P. 390-397.
136. David N., Jansen M., Cohen M.X., Osswald K., Molnar-Szakacs I., Newen A., Vogeley K., Paus T. Disturbances of self–other distinction after stimulation of the extrastriate body area in the human brain // *Social Neuroscience*. – 2009. – V. 4. – №. 1. – P. 40-48.
137. Davidson R.J. Affective neuroscience and psychophysiology: Toward a synthesis // *Psychophysiology*. – 2003. – V. 40. – №. 5. – P. 655-665.
138. Davidson R.J., Jackson D.C., Kalin N.H. Emotion, plasticity, context, and regulation: perspectives from affective neuroscience // *Psychological bulletin*. – 2000. – V. 126. – №. 6. – P. 890-909.
139. Davies M., Stone T. (Eds). Mental simulation: evaluation and applications. – reading in mind and language. – Oxford, UK: Blackwell. – 1995. – 300 pp.

140. de Gelder B. Why bodies? Twelve reasons for including bodily expressions in affective neuroscience // *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences.* – 2009. – V. 364. – №. 1535. – P. 3475–3484.
141. de Pasquale F., Della Penna S., Snyder A.Z., Lewis C., Mantini D., Marzetti L., Belardinelli P., Ciancetta L., Pizzella V., Romani G.L., Corbetta M. Temporal dynamics of spontaneous MEG activity in brain networks // *Proceedings of the National Academy of Sciences USA.* – 2010. – V. 107. – №. 13. – P. 6040-6045.
142. de Pasquale F., Della Penna S., Snyder A.Z., Marzetti L., Pizzella V., Romani G.L., Corbetta M. A cortical core for dynamic integration of functional networks in the resting human brain. // *Neuron.* – 2012. – V. 74. – №. 4. – P. 753-764.
143. de Pasquale F., Marzetti L. Temporal and spectral signatures of the default mode network. In: Supek S., Aine C.J. (Eds.), *Magnetoencephalography.* – Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. – 2014. – P. 451–476.
144. Debener S., Ullsperger M., Siegel M., Fiehler K., Cramon von D.Y., Engel A.K. Single-trial EEG/fMRI reveals the dynamics of cognitive function // *Trends in Cognitive Science.* – 2006. – V. 10. – №.12. – P. 558–563.
145. Decety J., Jackson P. L. A social-neuroscience perspective on empathy // *Current directions in psychological science.* – 2006. – V. 15. – №. 2. – P. 54-58.
146. Decety J., Lamm C. The role of the right temporoparietal junction in social interaction: How low-level computational processes contribute to meta-cognition // *The Neuroscientist.* – 2007. – V. 13. – P. 580-593.
147. Del Percio C., Le Pera D., Arendt-Nielsen L., Babiloni C., Brancucci A., Chen A.C., De Armas L., Miliucci R., Restuccia D., Valeriani M., Rossini P.M. Distraction affects frontal alpha rhythms related to expectancy of pain: An EEG study // *Neuroimage.* – 2006. – V. 31. – №. 3. – P. 1268-1277.
148. Delorme A., Makeig S. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis // *Journal of neuroscience methods.* – 2004. – V. 134. – №. 1. – P. 9-21.
149. Denissen J.J.A., Penke L. Neuroticism predicts reactions to cues of social inclusion // *European journal of personality.* – 2008. – V.22. – P. 497–517.
150. DeSteno D., Breazeal C., Frank R.H., Pizarro D., Baumann J., Dickens L., Lee J.J. Detecting the trustworthiness of novel partners in economic exchange // *Psychological Science.* – 2012. – V. 23. – №. 12. – P. 1549–1556.
151. Di Pellegrino G., Ciaramelli E., Làdavas E. The regulation of cognitive control following rostral anterior cingulate cortex lesion in humans // *Journal of cognitive neuroscience.* – 2007. –



V. 19. – №. 2. – P. 275-286.

152. Dietrich A. The cognitive neuroscience of creativity // *Psychonomic bulletin and review*. – 2004. – V. 11. – №. 6. – P. 1011-1026.

153. Dimberg U., Thunberg M., Elmehed K. Unconscious facial reactions to emotional facial expressions // *Psychological Science*. – 2000. – V. 11. – №. 1. – P. 86-89.

154. Dixon M.L., Andrews-Hanna J., Spreng R.N., Irving Z.C., Mills C., Girn M., Cristoff K. Interactions between the default network and dorsal attention network vary across default subsystems, time, and cognitive states // *Neuroimage*. – 2017. – V. 147. – P. 632-649.

155. Dixon M.L., De La Vega A., Mills C., Andrews-Hanna J., Spreng R.N., Cole M.W., Cristoff K. Heterogeneity within the frontoparietal control network and its relationship to the default and dorsal attention networks // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2018. – V. 115. – №. 7. – P. E1598-E1607.

156. Dodge K.A., Coie J.D. Social-information-processing factors in reactive and proactive aggression in children's peer groups // *Journal of personality and social psychology*. – 1987. – V. 53. – №. 6. – P. 1146.

157. Dodge K.A., Lochman J.E., Harnish J.D., Bates J.E., Pettit G.S. Reactive and proactive aggression in school children and psychiatrically impaired chronically assaultive youth // *Journal of Abnormal Psychology*. – 1997. – V. 106. – P. 37–51.

158. Donald M. *Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition*. – Cambridge, MA: Harvard University Press. – 2005.

159. Doppelmayr M., Klimesh W., Stadler W., Pöllhuber D. EEG alpha power and intelligence // *Intelligence*. – 2002. – V. 30. – №. 3. – P. 289-302.

160. Drost G., Stegeman D.F., van Engelen B.G.M., Zwarts M.J. Clinical applications of high-density surface EMG: a systematic review // *Journal of Electromyography and Kinesiology*. – 2006. – V. 16. – №. 6. – P. 586-602.

161. Duan L., Zhang Y.J., Zhu C.Z. Quantitative comparison of resting-state functional connectivity derived from fNIRS and fMRI: a simultaneous recording study // *Neuroimage*. – 2012. – V. 60. – №. 4. – P. 2008-2018.

162. Dunbar R.I. The social brain: mind, language, and society in evolutionary perspective // *Annual review of Anthropology*. – 2003. – V. 32. – №. 1. – P. 163-181.

163. Eickhoff S.B., Laird A.R., Fox P.T., Bzdok D., Hensel L. Functional segregation of the human dorsomedial prefrontal cortex // *Cerebral cortex*. – 2014. – V. 26. – №. 1. – P. 304-321.

164. Eimer M., Holmes A. Event-related brain potential correlates of emotional face processing // *Neuropsychologia*. – 2007. – V. 45. – №. 1. – P. 15-31.

165. Ekman P. Facial expression and emotion // *American psychologist*. – 1993. – V. 48. – №.

4. – P. 384-392.

166. Ekman P., Friesen W., Ellsworth P. Emotion in the human face. – New York: Pergamon. – 1972.

167. Elliot A.J., Thrash T.M. Approach and avoidance temperament as basic dimensions of personality // Journal of personality and social psychology. – 2010. – V. 78. – №. 3. – P. 865-906.

168. Ellis H.D., Young A.W. Faces in their social and biological context. In: Young A.W. (Ed.) Face and Mind. New York. – Oxford University Press. – 1998. – P. 67-95.

169. Eysenck H.J., Eysenck S.B.G. Manual of the Eysenck Personality Questionnaire. – London: Hodder and Stoughton. – 1975.

170. Eysenck H.J., Wilson G.D., Jackson C.J. (Eds.) Eysenck Personality Profiler (Short V6). – Worthing, UK: Psi.Press. – 2000.

171. Farrant K., Uddin L.Q. Asymmetric development of dorsal and ventral attention networks in the human brain // Developmental cognitive neuroscience. – 2015. – V. 12. – P. 165-174.

172. Ferguson M.J., Bargh J.A. How social perception can automatically influence behavior // Trends in cognitive sciences. – 2004. – V. 8. – №. 1. – P. 33-39.

173. Fernández R., Díaz O. Reactive behaviour support: Themes and variations // International Workshop on Rules in Database Systems. – Springer, Berlin, Heidelberg. – 1995. – P. 67-85.

174. Fiske S.T., Taylor S.E. Social cognition. – McGraw-Hill Book Company. – 1991.

175. Fite P.J., Colder C.R. Proactive and reactive aggression and peer delinquency: Implications for prevention and intervention // The Journal of Early Adolescence. – 2007. – V. 27. – P. 223–240.

176. Fitzgerald K. D., Stern E.R., Angstadt M., Nicholson-Muth K.C., Maynor M.R., Welsh R.C., Hanna G.L., Taylor S.F. Altered function and connectivity of the medial frontal cortex in pediatric obsessive-compulsive disorder // Biological psychiatry. – 2010. – V. 68. – №. 11. – P. 1039-1047.

177. Fleeson W. Moving personality beyond the person-situation debate // Current Directions in Psychological Science. – 2004. – V. 13. – P. 83-87.

178. Forgas J.P. Affective influences on attitudes and judgments. In: Handbook of Affective Sciences, Davidson RJ, Scherer KR, Goldsmith HH. (Eds.). – New York: Oxford University Press. – 2003. – P. 852– 870.

179. Forman S., Cohen J., Fitzgerald M., Eddy W., Mintun M., Noll D. Improved assessment of significant activation in functional magnetic resonance imaging (fMRI): use of a cluster-size threshold // Magnetic Resonance in Medicine. – 1995. – V. 33. – P. 636-647.

180. Förster J., Friedman R.S., Liberman N. Temporal construal effects on abstract and

- concrete thinking: consequences for insight and creative cognition // *Journal of personality and social psychology*. – 2004. – V. 87. – №. 2. – P. 177.
181. Fox M.D., Raichle M.E. Spontaneous fluctuations in brain activity observed with functional magnetic resonance imaging // *Nature reviews. Neuroscience*. – 2007. – V. 8. – №. 9. – P. 700-711.
182. Frane A.V. Are per-family type I error rates relevant in social and behavioral science? // *Journal of Modern Applied Statistical Methods*. – 2015. – V. 14. – №. 1:5.
183. Frith C. Role of facial expressions in social awareness // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. – 2009. – V. 364. – P. 3453-3458.
184. Frith C.D., Frith U. Interacting minds - a biological basis // *Science*. – 1999. – V. 286. – №. 5445. – P. 1692-1695.
185. Frith U., Frith C. The social brain: allowing humans to boldly go where no other species has been // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. – 2010. – V. 365. – P. 165-76.
186. Fuchs M., Wagner M., Kastner J. Boundary element method volume conductor models for EEG source reconstruction // *Clinical neurophysiology*. – 2001. – V. 112. – №. 8. – P. 1400-1407.
187. Fujimura T., Okanoya K., Untrustworthiness inhibits congruent facial reactions to happy faces // *Biological Psychology*. – 2016. – V. 121. – P. 30–38.
188. Gallagher H.L., Frith C.D. Functional imaging of ‘theory of mind’ // *Trends in cognitive sciences*. – 2003. – V. 7. – №. 2. – P. 77-83.
189. Gallagher S. The practice of mind. Theory, simulation or primary interaction? // *Journal of Consciousness Studies*. – 2001. – V. 8. – №. 5-6. – P. 83-108.
190. Gallese V. The roots of empathy: the shared manifold hypothesis and the neural basis of intersubjectivity // *Psychopathology*. – 2003. – V. 36. – P. 171-180.
191. Gallese V., Goldman A. Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading // *Trends in cognitive sciences*. – 1998. – V. 2. – №. 12. – P. 493-501.
192. Gegenfurtner A., Kok E.M., van Geel K., de Bruin A.B.H., Sorger B. Neural correlates of visual perceptual expertise: Evidence from cognitive neuroscience using functional neuroimaging // *Frontline learning research*. – 2017. – V. 5. – №. 3. – P. 14-30.
193. Gibbons F.X., Gerrard M., Vande Lune L.S., Wills T.A., Brody G., Conger R.D. Context and cognitions: environmental risk, social influence, and adolescent sub-stance use // *Personality and social psychology bulletin*. – 2004. – V. 30. – P. 1048–1061.
194. Gibson K.R., Gibson K.R., Ingold T. (Eds.). *Tools, language and cognition in human evolution*. – Cambridge University Press. – 1993.

195. Gilbert S.J., Spengler S., Simons J.S., Frith C.D., Burgess P.W. Differential functions of lateral and medial rostral prefrontal cortex (area 10) revealed by brain-behavior associations // *Cerebral Cortex*. – 2006. – V. 16. – №. 12. – P. 1783-1789.
196. Gobbini M.I., Koralek A.C., Bryan R.E., Montgomery K.J., Haxby J.V. Two takes on the social brain: a comparison of theory of mind tasks // *Journal of cognitive neuroscience*. – 2007. – V.19. – P. 1803–1814.
197. Goeleven E., De Raedt R., Leyman L., Verschuere B. The Karolinska directed emotional faces: a validation study // *Cognition and emotion*. – 2008. – V. 22. – №. 6. – P. 1094-1118.
198. Goffman E. On face-work: An analysis of ritual elements in social interaction // *Psychiatry*. – 1955. – V. 18. – №. 3. – P. 213-231.
199. Goldberg L.R. An alternative "description of personality": the big-five factor structure // *Journal of personality and social psychology*. – 1990. – V. 59. – №. 6. – P. 1216-1229.
200. Goldman R.I., Wei C.Y., Philiastides M.G., Gerson A.D., Friedman D., Brown T.R., Sajda P. Single-trial discrimination for integrating simultaneous EEG and fMRI: identifying cortical areas contributing to trial-to-trial variability in the auditory oddball task // *Neuroimage*. – 2009. – V. 47. – №. 1. – P. 136-147.
201. Goldsmith H.H., Harman C. Temperament and attachment, individuals and relationships // *Current Directions in Psychological Science*. - 1994. - V. 3. - №. 2. - P. 53-57.
202. Gonzalez-Roldan A.M., Martínez-Jauand M., Muñoz-García M.A., Sitges C., Cifre I., Montoya P. Temporal dissociation in the brain processing of pain and anger faces with different intensities of emotional expression // *Pain*. – 2011. – V. 152. – P. 853-859.
203. Gray J.A. A critique of Eysenck's theory of personality. In: H.J. Eysenck (Ed.) *A model for personality*. – Springer. – Berlin. Heidelberg. – 1981. – P. 246-276.
204. Gray J.A. A neuropsychological theory of anxiety. In: C.E. Izard (Ed.) *Emotions in personality and psychopathology*. – New York: Plenum. – 1979. – P. 303-335.
205. Gray J.A. Brain systems that mediate both emotion and cognition. // *Cognition and emotion*. – 1990. – V. 4. – №. 3. – P. 269-288.
206. Gray J.A. Drug effects on fear and frustration: Possible limbic site of action of minor tranquilizers. In: L.L. Iversen, S.H. Snyder (Eds.) *Handbook of psychopharmacology. Volume 8. Drugs, neurotransmitters and behavior*. – New York: Plenum. – 1977. – P. 433-529.
207. Gray J.A. The neuropsychology of anxiety // *British journal of psychology*. – 1978. – V. 69. – №. 4. – P. 417-434.
208. Gray J.A. The psychological basis of introversion-extraversion // *Behaviour research and therapy*. – 1970. – V. 8. – №. 3. – P. 249-266.
209. Gray J.A. *The psychology of fear and stress*. – 1987. – New York: Cambridge University

Press. – 256 pp.

210. Gray L.N., Tallman I. Theories of choice: Contingent reward and punishment applications // *Social psychology quarterly*. – 1987. – P. 16-23.
211. Graziano W.G., Eisenberg N.H. Agreeableness: a dimension of personality. In: Hogan, R., Johnson, J., Briggs, S. (Eds.), *Handbook of Personality Psychology*. – Academic Press, San Diego. – 1997. – P. 795–825.
212. Green M.F., Penn D.L., Bentall R., Carpenter W.T., Gaebel W., Gur R.C., Kring A.M., Park S., Silverstein S.M., Heinssen R. Social cognition in schizophrenia: an NIMH workshop on definitions, assessment, and research opportunities // *Schizophrenia bulletin*. – 2008. – V. 34. – №. 6. – P. 1211-1220.
213. Greicius M.D., Krasnow B., Reiss A.L., Menon V. Functional connectivity in the resting brain: a network analysis of the default mode hypothesis // *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. – 2003. – V. 100. – P. 253–258.
214. Greicius M.D., Supekar K., Menon V., Dougherty R.F. Resting-state functional connectivity reflects structural connectivity in the default mode network // *Cerebral Cortex*. – 2009. – V. 19. – P. 72-78.
215. Griffanti L., Salimi-Khorshidi G., Beckman C.F., Auerbach E.J., Douaud G., Sexton C.E., Zsoldos E., Ebmeier K.P., Filippini N., Mackay C.E., Moeller S., Xu J., Yacoub E., Baselli G., Ugurbil K., Miller K.L., Smith S.M. ICA-based artefact removal and accelerated fMRI acquisition for improved resting state network imaging // *Neuroimage*. – 2014. – V. 95. – P. 232-247.
216. Grossi E., Olivieri C., Buscema P.M. Diagnosis of autism through EEG processed by advanced computational algorithms: A pilot study // *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. – 2017. – V. 142. – P. 73–79.
217. Grossmann T. The role of medial prefrontal cortex in early social cognition // *Frontiers in human neuroscience*. – 2013. – V. 7: 340.
218. Güntekin B., Başar E. A review of brain oscillations in perception of faces and emotional pictures // *Neuropsychologia*. – 2014. – V. 58. – P. 33-51.
219. Güntekin B., Başar E. Emotional face expressions are differentiated with brain oscillations // *International journal of psychophysiology*. – 2007b. – V. 64. – №. 1. – P. 91-100.
220. Güntekin B., Başar E. Facial affect manifested by multiple oscillations // *International journal of psychophysiology*. – 2009. – V. 71. – №. 1. – P. 31-36.
221. Güntekin B., Başar E. Gender differences influence brain's beta oscillatory responses in recognition of facial expressions // *Neuroscience letters*. – 2007a. – V. 424. – P. 94–99.
222. Güntekin B., Emek-Savaş D.D., Kurt P., Yener G.G., Başar E. Beta oscillatory responses

- in healthy subjects and subjects with mild cognitive impairment // *NeuroImage: Clinical*. – 2013. – V. 3. – P. 39-46.
223. Gurney K. An introduction to neural networks. – CRC press. – 2014.
224. Gusnard D.A., Akbudak E., Shulman G.L., Raichle M.E. Medial prefrontal cortex and self-referential mental activity: relation to a default mode of brain function // *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. – 2001a. – V. 98. – P. 4259–4264.
225. Gusnard D.A., Raichle M.E., Raichle M.E. Searching for a baseline: functional imaging and the resting human brain // *Nature reviews. Neuroscience*. – 2001b. – V. 2. – P. 685-694.
226. Guttman L. A basis for analyzing test-retest reliability // *Psychometrika*. – 1945. – V. 10. – №. 4. – P. 255-282.
227. Haas B.W., Ishak A., Denison L., Anderson I., Filkowski M.M. Agreeableness and brain activity during emotion attribution decisions // *Journal of research in personality*. – 2015. – V. 57. – P. 26-31.
228. Haas B.W., Miller J.D. Borderline personality traits and brain activity during emotional perspective taking // *Personality disorders: theory, research, and treatment*. – 2015. – V. 6. – №. 4. – P. 315-320.
229. Haenschel C., Baldeweg T., Croft R.J., Whittington, M., Gruzelier J. Gamma and beta frequency oscillations in response to novel auditory stimuli: A comparison of human electroencephalogram (EEG) data with in vitro models // *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. – 2000. – V. 97. – P. 7645–50.
230. Hagmann P., Cammoun L., Gigandet X., Meuli R., Honey C.J., Weeden V.J., Sporns O. Mapping the structural core of human cerebral cortex // *PLOS Biology*. – 2008. – V. 6. – №. 7: e159.
231. Hamann S., Harensky C.L. Exploring the brain's interface between personality, mood, and emotion: theoretical comment on Canli et al. (2004) // *Behavioral neuroscience*. – 2004. – V. 118. – №. 5. – P. 1134-1136.
232. Hammernik K., Klatzer T., Kobler E., Recht M.P., Sodickson D.K., Pock T., Knoll F. Learning a variational network for reconstruction of accelerated MRI data // *Magnetic resonance in medicine*. – 2018. – V. 79. – №. 6. – P. 3055-3071.
233. Han S., Northoff G. Culture-sensitive neural substrates of human cognition: a transcultural neuroimaging approach // *Nature reviews Neuroscience*. – 2008. – V. 9. – №. 8. – P. 646-654.
234. Harding I.H., Yücel M., Harrison B.J., Pantelis C., Breakspear M. Effective connectivity within the frontoparietal control network differentiates cognitive control and working memory // *Neuroimage*. – 2015. – V. 106. – P. 144-153.

235. Hare T.A., Camerer C.F., Rangel A. Self-control in decision-making involves modulation of the vmPFC valuation system // *Science*. – 2009. – V. 324. – №. 5927. – P. 646-648.
236. Hari R., Kujala M.V. Brain basis of human social interaction: From concepts to brain imaging // *Physiological reviews*. – 2009. – V. 89. – №. 2. – P. 453–479.
237. Harris L.T., Fiske S.T. Social groups that elicit disgust are differentially processed in mPFC // *Social cognitive and affective neuroscience*. – 2007. – V. 2. – №. 1. – P. 45-51.
238. Harris L.T., Todorov A., Fiske S.T. Attributions on the brain: neuroimaging dispositional inferences, beyond theory of mind // *Neuroimage*. – 2005. – V. 28. – P. 763–769.
239. Hassabis D., Spreng N.R., Rusu A.A., Robbins C.A., Mar R.A., Schacter D.L. Imagine all the people: How the brain creates and uses personality models to predict behavior // *Cerebral cortex*. – 2013. – V. 24. – №. 8. – P. 1979-1987.
240. Hassin R., Ochsner K., Trope Y. (Eds.). *Self control in society, mind, and brain*. – Oxford University Press. – 2010. – 576 pp.
241. Haxby J.V., Hoffman E.A., Gobbini M.I. Human neural systems for face recognition and social communication // *Biological psychiatry*. – 2002. – V. 51. – №. 1. – P. 59-67.
242. Hayes A. *An introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. – New York: The Guilford Press. – 2013. – 507 pp.
243. Hecht L.K., Latzman R.D. Revealing the nuanced associations between facets of trait impulsivity and reactive and proactive aggression // *Personality and individual differences*. – 2015. – V. 83. – P. 192–197.
244. Herrmann C.S., Fründ I., Lenz D. Human gamma-band activity: a review on cognitive and behavioral correlates and network models // *Neuroscience and biobehavioral reviews*. – 2010. – V. 34. – №. 7. – P. 981-992.
245. Hilbig B.E., Zettler I., Leist F., Heydasch T. It takes two: Honesty–Humility and Agreeableness differentially predict active versus reactive cooperation // *Personality and individual differences*. – 2013. – V. 54. – №. 5. – P. 598-603.
246. Hipp J.F., Hawellek D.J., Corbetta M., Siegel M., Engel A.K. Large-scale cortical correlation structure of spontaneous oscillatory activity // *Nature Neuroscience*. – 2012. – V. 15. – P. 884–890.
247. Hjorth B. EEG analysis based on time domain properties // *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. – 1970. – V. 29. – №. 3. – P. 306-310.
248. Hogg M.A., Abrams D. (Eds.). *Social identity and social cognition*. – London, UK : Blackwell. – 1999. – P. 249-279.
249. Holmes E. A., Mathews A. Mental imagery and emotion: A special relationship? // *Emotion*. – 2005. – V. 5. – №. 4. – P. 489-497.

250. Hubbard J.A., McAuliffe M.D., Morrow M.T., Romano L.J. Reactive and nonreactive aggression in childhood and adolescence: precursors, outcomes, processes, experiences, and measurement // *Journal of personality*. – 2010. – V. 78. – P. 95–118.
251. Hughes C., Leekam S. What are the links between theory of mind and social relations? Review, reflections and new directions for studies of typical and atypical development // *Social development*. – 2004. – V. 13. – №. 4. – P. 590-619.
252. Hyman H.H. *Survey design and analysis*. – New York: Glencoe, IL: The Free Press. – 1955. – 425 pp.
253. Iacoboni M., Lieberman M.D., Knowlton B.J., Molnar-Szakacs I., Moritz M., Throop C.J., Fiske A.P. Watching social interactions produces dorsomedial prefrontal and medial parietal BOLD fMRI signal increases compared to a resting baseline // *Neuroimage*. – 2004. – V. 21. – №. 3. – P. 1167-1173.
254. Ilies R., Wagner D.T., Morgenson F.P. Explaining affective linkages in teams: individual differences in susceptibility to contagion and individualism-collectivism // *The journal of applied psychology*. – 2007. – V. 92. – №. 4. – P. 1140-1148.
255. Islam S.H.B., Mehdi M.Q., Rohan B.Y., Mahmood S.A.I. Emotion recognition using EEG signal and deep learning approach . BSc degree project. – Dhaka, Brac University. – 2019. – 59 pp.
256. Ito T.A., Larsen J.T., Smith N.K., Cacioppo J.T. Negative information weights more heavily on the brain: the negativity bias in evaluative categorization // *Journal of personality and social psychology*. – 1998. – V. 75. – №. 4. – P. 887-900.
257. Jack R.E., Caldara R., Schyns P.G. Internal representations reveal cultural diversity in expectations of facial expressions of emotion // *Journal of experimental psychology: General*. – 2012. – V. 141. – №. 1. – P. 19-25.
258. Jahng J., Kralik J.D., Hwang D.U., Jeong J. Neural dynamics of two players when using nonverbal cues to gauge intentions to cooperate during the Prisoner's Dilemma Game // *Neuroimage*. – 2017. – V. 157. – P. 263–274.
259. Jatoi M.A., Kamel N., Malik A.S., Faye I. EEG based brain source localization comparison of sLORETA and eLORETA // *Australasian physical and engineering sciences in medicine*. – 2014. – V. 37. – №. 4. – P. 713-721.
260. Kaartinen M., Puura K., Pispä P., Helminen M., Pelkonen E., Juujärvi P., Kessler E.B., Skuse D.H. Associations between cooperation, reactive aggression and social impairments among boys with autism spectrum disorder // *Autism*. – 2019. – V. 23. – №. 1. – P. 154-166.
261. Kagan J. Emotional development and psychiatry // *Biological psychiatry*. – 2001. – V. 49. – №. 12. – P. 973-979.



262. Kagan J., Snidman N. Early childhood predictors of adult anxiety disorders // *Biological psychiatry*. – 1999. – V. 46. – №. 11. – P. 1536-1541.
263. Kahnt T., Heinzle J., Park S.Q., Haynes J.D. Decoding different roles for vmPFC and dlPFC in multi-attribute decision making // *Neuroimage*. – 2011. – V. 56. – №. 2. – P. 709-715.
264. Kalcher J., Pfurtscheller G. Discrimination between phase-locked and non-phase-locked event-related EEG activity // *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. – 1995. – V. 94. – №. 5. – P. 381-384.
265. Kempes M., Matthys W., de Vries H., van Engeland H. Reactive and proactive aggression in children A review of theory, findings and the relevance for child and adolescent psychiatry // *European child and adolescent psychiatry*. – 2005. – V. 14. – №. 1. – P. 11-19.
266. Kenny D., Korchmaros J., Bolger N. Lower level mediation in multilevel models // *Psychological methods*. – 2003. – V. 8. – P. 115–128.
267. Keysers C., Gazzola V. Integrating simulation and theory of mind: from self to social cognition // *Trends in cognitive sciences*. – 2007. – V. 11. – №. 5. – P. 194-196.
268. Khreisat W.H. Clinical indications of electroencephalogram in children // *World family medicine journal, incorporating the Middle East journal of family medicine*. – 2012. – V. 10. – №. 1. – P. 13-19.
269. Khreisat W.H. Electroencephalogram in childhood neurological disorders // *The Egyptian journal of hospital medicine*. – 2011. – V. 44. – №. 1. – P. 371-379.
270. Kilner J.M., Friston K.J. Topological inference for EEG and MEG // *Annals of applied statistics*. – 2010. – V. 4. – P. 1272–1290.
271. Kim M.S., Sharkey W.F., Singelis T.M. The relationship between individuals' self-construals and perceived importance of interactive constraints // *International journal of intercultural relations*. – 1994. – V. 18. – №. 1. – P. 117-140.
272. Kirk I.J., Mackay J.C. The role of theta-range oscillations in synchronising and integrating activity in distributed mnemonic networks // *Cortex*. – 2003. – V. 39. – P. 993-1008.
273. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis // *Brain research review*. – 1999. – V. 29. – P. 169-195.
274. Klimesch W., Sauseng P., Gruber W. The functional relevance of phase reset: A comment to Risner et al. (2009): The visual evoked potential of surface alpha rhythm phase // *Neuroimage*. – 2009. – V. 47. – №. 1. – P. 5-7.
275. Knutson B. Facial expressions of emotion influence interpersonal trait inferences // *Journal of nonverbal behavior*. – 1996. – V. 20. – P. 165–182.
276. Knyazev G. EEG correlates of autobiographical memory as revealed by temporal and spatial ICA // *International journal of psychophysiology*. – 2014. – V. 94. – №. 2. – P. 131-131.

277. Knyazev G., Merkulova E., Savostyanov A., Bocharov A., Saprigyn A. Personality and EEG correlates of reactive social behavior. // *Neuropsychologia*. – 2019. – V. 124. – P. 98-107.
278. Knyazev G.G. Behavioural activation as predictor of substance use: mediating and moderating role of attitudes and social relationships // *Drug and alcohol dependence*. – 2004. – V. 75. – №. 3. – P. 309-321.
279. Knyazev G.G. Motivation, emotion, and their inhibitory control mirrored in brain oscillations // *Neuroscience and biobehavioral reviews*. – 2007. – V. 31. – №. 3. – P. 377-395.
280. Knyazev G.G., Belopolsky V.I., Bodunov M.V., Wilson G.D. The factor structure of the Eysenck Personality Profiler in Russia // *Personality and individual differences*. – 2004. – V. 37. – №. 8. – P. 1681–1692.
281. Knyazev G.G., Bocharov A.V., Levin E.A., Savostyanov A.N., Slobodskoj-Plusnin J.Y. Anxiety and oscillatory responses to emotional facial expressions // *Brain research*. – 2008b. – V. 1227. – №. 28. – P. 174–188.
282. Knyazev G.G., Bocharov A.V., Slobodskaya H.R., Ryabichenko T.I. Personality-linked biases in perception of emotional facial expressions // *Personality and individual differences*. – 2008a. – V. 44. – P. 1093–1104.
283. Knyazev G.G., Merkulova E.A., Savostyanov A.N., Bocharov A.V., Saprygin A.E. Effect of cultural priming on social behavior and EEG correlates of self-processing // *Frontiers in behavioral neuroscience*. – 2018. – V. 12. – P. 236.
284. Knyazev G.G., Pylkova L.V., Slobodskoj-Plusnin J.Y., Bocharov A.V., Ushakov D.V. Personality and the neural efficiency theory // *Personality and individual differences*. – 2015. – V. 86. – P. 67-72.
285. Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Bocharov A.V., Merkulova E.A. Resting state connectivity mediates the relationship between collectivism and social cognition // *International journal of psychophysiology*. – 2018. – V. 123. – P. 17-24.
286. Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Bocharov A.V., Rimareva J.M. Anxiety, depression, and oscillatory dynamics in a social interaction model // *Brain research*. – 2016. – V. 1644. – P. 62-69.
287. Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Bocharov A.V., Slobodskaya H.R., Bairova N.B., Tamozhnikov S.S., Stepanova V.V. Effortful control and resting state networks: a longitudinal EEG study // *Neuroscience*. – 2017. – V. 346. – P. 365–381.
288. Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Bocharov A.V., Tamozhnikov S.S., Saprigyn A.E. Task-positive and task-negative networks and their relation to depression: EEG beamformer analysis. // *Behavioral brain research*. – 2016. – V. 306. – P. 160–169.
289. 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 // *International journal of psychophysiology*. – 2012. – V. 86. – №. 2. – P. 173-181.
290. Knyazev G.G., Slobodskaya H.R., Wilson G.D. Psychophysiological correlates of behavioural inhibition and activation // *Personality and individual differences*. – 2002. – V. 33. – №. 4. – P. 647-660.
291. Knyazev G.G., Slobodskoj-Plusnin J.Y. Behavioural approach system as a moderator of emotional arousal elicited by reward and punishment cues // *Personality and individual differences*. – 2007. – V. 42. – №. 1. – P. 49-59.
292. Knyazev G.G., Slobodskoj-Plusnin J.Y., Bocharov A.V. Event-related delta and theta synchronization during explicit and implicit emotion processing // *Neuroscience*. – 2009. – V. 164. – №. 4. – P. 1588-1600.
293. Knyazev G.G., Slobodskoj-Plusnin J.Y., Bocharov A.V., Pylkova L.V. Cortical oscillatory dynamics in a social interaction model // *Behavioural brain research*. – 2013. – V. 241. – P. 70-79.
294. Knyazev G.G., Slobodskoj-Plusnin J.Y., Bocharov A.V., Pylkova L.V. The default mode network and EEG alpha oscillations: an independent component analysis // *Brain research*. – 2011. – V. 1402. – P. 67-79.
295. Kostandov E.A., Cheremushkin E.A., Kozlov M.K. Evoked synchronization/desynchronization of cortical electrical activity in response to facial stimuli during formation of a set to an emotionally negative expression // *Neuroscience and behavioral physiology*. – 2010. – V. 40. – №. 4. – P. 421-428.
296. Kraut R.E., Higgins E.T. Communication and social cognition. In: R.S.Wyer, Jr., T.K.Scrull (Eds.) *Handbook of social cognition*. V. 3. – Lawrence Erlbaum Associates Publishers. – 1984. – P. 87-127.
297. Krueger F., Barbey A.K., Grafman J. The medial prefrontal cortex mediates social event knowledge // *Trends in cognitive sciences*. – 2009. – V. 13. – №. 3. – P. 103-109.
298. Krull J.L., MacKinnon D.P. Multilevel mediation modeling in group-based intervention studies // *Evaluation review*. – 1999. – V. 23. – №. 4. – P. 418-444.
299. Krumhuber E., Manstead A.S.R., Coske, D., Marshall D., Rosin P.L., Kappas A. Facial dynamics as indicators of trustworthiness and cooperative behavior // *Emotion*. – 2007. – V. 7. – P. 730–735.
300. Kukleta M., Bob P., Brázdil M., Roman R., Rektor I. Beta 2-band synchronization during a visual oddball task // *Physiological research*. – 2009. – V. 58. – №. 5. – P. 725-732.
301. Kumar S., Vishwanath R.M., Omkar S.N., Majeedi A., Dogra A. Disguised facial recognition using neural networks // 2018 IEEE 3rd International Conference on Signal and

Image Processing (ICSIP). – IEEE. – 2018. – P. 28-32.

302. Künecke J., Mokros A., Olderbak S., Wilhelm O. Facial responsiveness of psychopaths to the emotional expressions of others // PLOS ONE. – 2018. – V. 13 (1), e0190714.

303. Lamb M.R., Robertson L.C., Knight R.T. Attention and interference in the processing of global and local information: Effects of unilateral temporal-parietal junction lesions // *Neuropsychologia*. – 1989. – V. 27. – №. 4. – P. 471-483.

304. LeBreton J.M., Barksdale C.D., Robin J., James L.R. Measurement issues associated with conditional reasoning tests: Indirect measurement and test faking // *Journal of applied psychology* – 2007. – V. 92. – P. 1–16.

305. Lee M.H., Smyser C.D., Shimony J.S. Resting-state fMRI: a review of methods and clinical applications // *American journal of neuroradiology*. – 2013. – V. 34. – №. 10. – P. 1866-1872.

306. Leslie A.M. Pretending and believing: Issues in the theory of ToMM // *Cognition*. – 1994. – V. 50. – №. 1-3. – P. 211-238.

307. Leslie A.M. Pretense and representation: The origins of "theory of mind" // *Psychological review*. – 1987. – V. 94. – №. 4. – P. 412-426.

308. Leyens J.P., Yzerbyt V., Schadron G. Stereotypes and social cognition. – SAGE Publications, Inc. – 1994. – 256 pp.

309. Li J., Tian M., Fang H., Xu M., Li H., Liu J. Extraversion predicts individual differences in face recognition // *Communicative and integrative biology*. – 2010. – V. 3. – P. 295–298.

310. Lickley R.A., Sebastian C.L. The neural basis of reactive aggression and its development in adolescence // *Psychology, crime and law*. – 2018. – V. 24. – №. 3. – P. 313-333.

311. Liddell B.J., Brown K.J., Kemp A.H., Barton M.J., Das P., Peduto A., Gordon E., Williams L.M. A direct brainstem-amygdala-cortical “alarm” system for subliminal signals of fear // *Neuroimage*. – 2005. – V. 24. – P. 235–243.

312. Lieberman M.D. Social cognitive neuroscience: a review of core processes // *Annual review of psychology*. – 2007. – V. 58. – P. 259-289.

313. Lievens F., Motowidlo S. J. Situational judgment tests: From measures of situational judgment to measures of general domain knowledge // *Industrial and organizational psychology*. – 2016. – V. 9. – №. 1. – P. 3-22.

314. Liu F., Jang H., Kijowski R., Bradshaw T., McMillan A.B. Deep learning MR imaging–based attenuation correction for PET/MR imaging // *Radiology*. – 2017a. – V. 286. – №. 2. – P. 676-684.

315. Liu R.T., Trout Z.M., Hernandez E.M., Cheek S.M., Gerlus N. A behavioral and cognitive neuroscience perspective on impulsivity, suicide, and non-suicidal self-injury: Meta-

- analysis and recommendations for future research // *Neuroscience and biobehavioral reviews*. – 2017b. – V. 83. – P. 440-450.
316. Liu Z., Fukunaga M., de Zwart J.A., Duyn J.H. Large-scale spontaneous fluctuations and correlations in brain electrical activity observed with magnetoencephalography // *Neuroimage*. – 2010. – V. 51. – №. 1. – P. 102-111.
317. Llewellyn L.L., Boon H.J., Lewthwaite B.E. Effective behaviour management strategies for Australian aboriginal and Torres Strait Islander students: A literature review // *Australian journal of teacher education*. – 2018. – V. 43. – №. 1. – P. 1-27.
318. Lotte F., Congedo M., Lécuyer A., Lamarche F., Arnaldi B. A review of classification algorithms for EEG-based brain–computer interfaces // *Journal of neural engineering*. – 2007. – V. 4. – №. 2. – P. R1-R13.
319. Luckhoo H., Hale J.R., Stokes M.G., Nobre A.C., Morris P.G., Brookes M.J., Woolrich M.W. Inferring task-related networks using independent component analysis in magnetoencephalography // *Neuroimage*. – 2012. – V. 62. – P. 530–541.
320. Luo Q., Holroyd T., Jones M., Hendler T., Blair J. Neural dynamics for facial threat processing as revealed by gamma band synchronization using MEG // *Neuroimage*. – 2007. – V. 34. – №. 2. – P. 839-847.
321. MacCorquodale K., Meehl P.E. On a distinction between hypothetical constructs and intervening variables // *Psychological review*. – 1948. – V. 55. – P. 95-107.
322. MacKinnon D.P., Lockwood C.M., Hoffman J.M., West S.G., Sheets V. A comparison of methods to test the significance of the mediated effect // *Psychological methods*. – 2002. – V. 7. – P. 83-104.
323. MacKinnon D.P., Warsi G., Dwyer J.H. A simulation study of mediated effect measures // *Multivariate behavioral research*. – 1995. – V. 30. – P. 41-62.
324. Magai C., McFadden S.H. (Eds.). *Handbook of emotion, adult development, and aging*. – Elsevier. – 1996. – 470 pp.
325. Majid M.A., Siebers P.O., Aickelin U. Modelling reactive and proactive behaviour in simulation // *Proceedings of 2010 Operational Research Society Stimulation Workshop, SW 2010*. – 2010.
326. Makeig S. Auditory event-related dynamics of the EEG spectrum and effects of exposure to tones // *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. – 1993. – V. 86. – P. 283-293.
327. Makeig S., Debener S., Onton J., Delorme A. Mining event-related brain dynamics // *Trends in cognitive sciences*. – 2004. – V. 8. – №. 5. – P. 204-210.
328. Makeig S., Delorme A., Westerfield M., Jung T.P., Townsend J., Courchesne E., Sejnowski T.J. Electroencephalographic brain dynamics following manually responded visual

targets // PLOS BIOLOGY. – 2004. – V. 2:e176.

329. Makeig S., Onton J. ERP features and EEG dynamics: an ICA perspective. In: Oxford handbook of event-related potential components. – 2011. – P. 2-58.

330. Mar R.A. The neural bases of social cognition and story comprehension // Annual review of psychology. – 2011. – V. 62. – P. 103-134.

331. Mars R.B., Neubert F.X., Noonan M.P., Sallet J., Toni I., Rushworth M.F.S. On the relationship between the “default mode network” and the “social brain” // Frontiers in human neuroscience. – 2012. – V. 6: 189.

332. Marteau T.M., Bekker H. The development of a six-item short-form of the state scale of the Spielberger State—Trait Anxiety Inventory (STAI) // British journal of clinical psychology. – 1992. – V. 31. – №. 3. – P. 301-306.

333. Matsumoto D. 15 culture and emotional expression. In: R.S. Wyer, Chiu C., Hong Y. (Eds.). Understanding culture: theory, research, and application. – 2009. – P. 263-280.

334. Matsumoto D., Takeuchi S., Andayani S., Kouznetsova N., Krupp D. The contribution of individualism vs. collectivism to cross-national differences in display rules // Asian journal of social psychology. – 1998. – V. 1. – №. 2. – P. 147-165.

335. Matsumoto D., Yoo S.H., Nakagawa S. Culture, emotion regulation, and adjustment // Journal of personality and social psychology. – 2008. – V. 94. – №. 6. – P. 925-937.

336. Mattingly B.A., Oswald D.L., Clark E.M. An examination of relational-interdependent self-construal, communal strength, and pro-relationship behaviors in friendships // Personality and individual differences. – 2011. – V. 50. – №. 8. – P. 1243-1248.

337. Mazaheri A., Picton T. W. EEG spectral dynamics during discrimination of auditory and visual targets // Cognitive brain research. – 2005. – V. 24. – №. 1. – P. 81-96.

338. McCrae R.R., Costa P.T. Jr. Personality in adulthood: A five-factor theory perspective. 2nd ed. – New York: Guilford. – 2003. – 268 pp.

339. Menon V., Uddin L.Q. Saliency, switching, attention and control: a network model of insula function // Brain structure and function. – 2010. – V. 214. – №. 5-6. – P. 655-667.

340. Ménoret M., Varnet L., Fargier R., Cheylus A., Curie A., des Portes V., Nazir T.A., Paulignan Y. Neural correlates of non-verbal social interactions: a dual-EEG study // Neuropsychologia. – 2014. – V. 55. – P. 85-97.

341. Merkulova E., Savostyanov A., Bocharov A., Knyazev G. Temporo-parietal junction as a mediator of reactive social behavior: the role of agreeableness // Cognitive Sciences, Genomics and Bioinformatics (CSGB-2018): Symposium. Novosibirsk, Russia, 24 Aug. 2018. Abstracts. – 2018. – P. 20.

342. Miano S., Peraita-Adrados R. Nocturnal frontal lobe epilepsy is often misdiagnosed as

- sleep disorders in children: a case series // *Revue neurologique*. – 2013. – V. 56. – №. 5. – P. 257-267.
343. Miller J.D., Lynam D.R. Reactive and proactive aggression: Similarities and differences // *Personality and individual differences*. – 2006. – V. 41. – №. 8. – P. 1469-1480.
344. Minami T., Goto K., Kitazaki M., Nakauchi S. Effects of color information on face processing using event-related potentials and gamma oscillations // *Neuroscience*. – 2011. – V. 176. – P. 265-273.
345. Mischel W. *Personality and assessment*. – New York: Wiley. – 1968. – 366pp.
346. Mischel W., Shoda Y. A cognitive–affective system theory of personality: reconceptualizing situations, dispositions, dynamics, and invariance in personality structure // *Psychological review*. – 1995. – V. 102. – №. 2. – P. 246–268.
347. Mischel W., Shoda Y. Toward a unified theory of personality: Integrating dispositions and processing dynamics within the cognitive-affective processing system. In: O.P. John, R.W. Robins, L.A. Pervin (Eds.), *Handbook of personality: Theory and research*. – New York, NY, US: Guilford Press. – 2008. – P. 208-241.
348. Miskovic V., Schmidt L.A. Cross-regional cortical synchronization during affective image viewing // *Brain research*. – 2010. – V. 1362. – P. 101-111.
349. Mitchell J.P., Cloutier J., Banaji M.R., Macrae C.N. Medial prefrontal dissociations during processing of trait diagnostic and nondiagnostic person information // *Social cognitive and affective neuroscience*. – 2006. – V. 1. – №. 1. – P. 49–55.
350. Mitchell J.P., Mentalizing and Marr: an information processing approach to the study of social cognition // *Brain research*. – 2006. – V. 1079. – P. 66–75.
351. Moll J., Zahn R., de Oliveira-Souza R., Krueger F., Grafman J. Opinion: the neural basis of human moral cognition // *Nature reviews. Neuroscience*. – 2005. – V. 6. – №. 10. – P. 799-809.
352. Morris J.S., Ohman A., Dolan R.J. A subcortical pathway to the right amygdala mediating “unseen” fear // *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. – 1999. – V. 96. – P. 1680–1685.
353. Morry M.M., Kito M. Relational-interdependent self-construal as a predictor of relationship quality: The mediating roles of one's own behaviors and perceptions of the fulfillment of friendship functions // *The journal of social psychology*. – 2009. – V. 149. – №. 3. – P. 305-322.)
354. Morry M.M., Reich T., Kito M. How do I see you relative to myself? Relationship quality as a predictor of self-and partner-enhancement within cross-sex friendships, dating relationships, and marriages // *The journal of social psychology*. – 2010. – V. 150. – №. 4. – P.

369-392.

355. Morse J.M, Barrett M., Mayan M., Olson K., Spiers J. Verification strategies for establishing reliability and validity in qualitative research // *International journal of qualitative methods*. – 2002. – V. 1. – №. 2. – P. 13-22.

356. Motowidlo S.J., Hooper A.C., Jackson H.L. Implicit policies about relations between personality traits and behavioral effectiveness in situational judgment items // *Journal of applied psychology*. – 2006. – V. 91. – №. 4. – P. 749-761.

357. Murberg T.A., Bru E., Stephens P. Personality and coping among congestive heart failure patients // *Personality and individual differences*. – 2002. – V. 32. – №. 5. – P. 775–784.

358. Nakamura R. Postural dependence of reaction time in normal subjects and patients with focal brain lesions // *Stereotactic and Functional Neurosurgery*. – 1976. – V. 39. – №. 3-4. – P. 321-325.

359. Natale E., Marzi C.A., Macaluso E. Right temporal-parietal junction engagement during spatial reorienting does not depend on strategic attention control // *Neuropsychologia*. – 2010. – V. 48. – №. 4. – P. 1160-1164.

360. Nettle D., Liddle B. Agreeableness is related to social cognitive, but not social perceptual, theory of mind // *European journal of personality*. – 2008. – V. 22. – №. 4. – P. 323-335.

361. Nezu A., Kimura S., Takeshita S., Tanaka M. Functional recovery in hemiplegic cerebral palsy: ipsilateral electromyographic responses to focal transcranial magnetic stimulation // *Brain and development*. – 1999. – V. 21. – №. 3. – P. 162-16

362. Niazy R. K. et al. Resting-state networks. In: K. Uludağ, K. Uğurbil, L. Berliner (Eds.) *fMRI: From Nuclear Spins to Brain Functions*. – Springer, Boston, MA. – 2015. – P. 387-425.

363. Nigbur R., Cohen M.X., Riderinkhof K.R., Stürmer B. Theta dynamics reveal domain-specific control over stimulus and response conflict // *Journal of cognitive neuroscience*. – 2012. – V. 24. – №. 5. – P. 1264-1274.

364. Nishitani N. Dynamics of cognitive processing in the human hippocampus by neuromagnetic and neurochemical assessments // *Neuroimage*. – 2003. – V. 20. – P. 561-571.

365. Niu H., He Y. Resting-state functional brain connectivity: lessons from functional near-infrared spectroscopy // *The neuroscientist*. – 2014. – V. 20. – №. 2. – P. 173-188.

366. Nomura M., Ohira H., Haneda K., Iidaka T., Sadato N., Okada T., Yonekura Y. Functional association of the amygdala and ventral prefrontal cortex during cognitive evaluation of facial expressions primed by masked angry faces: an event-related fMRI study // *Neuroimage*. – 2004. – V. 21. – P. 352–363.

367. Northoff G., Heinzl A., de Greck M., BERPpohl F., Dobrowolny H., Panksepp J. Self-



referential processing in our brain—a meta-analysis of imaging studies on the self // *Neuroimage*. – 2006. – V. 31. – P. 440-457.

368. Nunez P.L. Toward a quantitative description of large-scale neocortical dynamic function and EEG // *The behavioral and brain sciences*. – 2000. – V. 23. – №. 3. – P. 371-398.

369. Nyhus E., Curran T. Functional role of gamma and theta oscillations in episodic memory // *Neuroscience and biobehavioral reviews*. – 2010. – V. 34. – №. 7. – P. 1023-1035.

370. Ochsner K.N., Gross J.J. Cognitive emotion regulation: Insights from social cognitive and affective neuroscience // *Current directions in psychological science*. – 2008. – V. 17. – №. 2. – P. 153-158.

371. Ochsner K.N., Gross J.J. The cognitive control of emotion // *Trends in cognitive sciences*. – 2005. – V. 9. – №. 5. – P. 242-249.

372. Ochsner K.N., Gross J.J. The neural architecture of emotion regulation // *Handbook of emotion regulation*. – 2007. – V. 1. – №. 1. – P. 87-109.

373. Ode S., Robinson M.D., Wilkowski B.M. Can one's temper be cooled? A role for Agreeableness in moderating neuroticism's influence on anger and aggression // *Journal of research in personality*. – 2008. – V. 42. – P. 295–311.

374. Ohtomo S., Hirose Y. The dual-process of reactive and intentional decision-making involved in eco-friendly behavior // *Journal of environmental psychology*. – 2007. – V. 27. – №. 2. – P. 117-125.

375. Okon-Singer H., Lichtenstein-Vidne L., Cohen N. Dynamic modulation of emotional processing // *Biological psychology*. – 2013. – V. 92. – №. 3. – P. 480-491.

376. Onton J., Delorme A., Makeig S. Frontal midline EEG dynamics during working memory // *Neuroimage*. – 2005. – V. 27. – №. 2. – P. 341-356.

377. Pace-Schott E.F. The neurobiology of dreaming // *Principles and practice of sleep medicine*. – 2005. – V. 5. – P. 563-575.

378. Page R.M., Page T.S. *Fostering emotional well-being in the classroom*. – Jones and Bartlett Publishers, Canada. – 2003. – 416 pp.

379. Palmeri T.J., Love B.C., Turner B.M. Model-based cognitive neuroscience // *Journal of mathematical psychology*. – 2017. – V. 76. – Part. B. – P. 59-64.

380. Panksepp J. *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions*. – Oxford university press. – 2004. – 480 pp.

381. Pascual-Leone A. Transcranial magnetic stimulation: studying the brain-behaviour relationship by induction of 'virtual lesions' // *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological sciences*. – 1999. – V. 354. – №. 1387. – P. 1229-1238.

382. Pascual-Marqui R.D. Review of methods for solving the EEG inverse problem //

- International journal of bioelectromagnetism. – 1999. – V. 1. – №. 1. – P. 75-86.
383. Pascual-Marqui R.D. Standardized low resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA): technical details // *Methods and findings in experimental and clinical pharmacology*. – 2002. – V. 24. – Suppl. D). – P. 5-12.
384. Paulinus A., Thomas I., Abigail O. 2012. The predictive effect of Big five factor model on social reactivity among adolescents in cross River state, Nigeria: personality assessment and basis for counseling // *African Research Review*. – 2012. – V. 6. – P. 1–12.
385. Penley JA, Tomaka J. Associations among the Big Five, emotional responses, and coping with acute stress. // *Personality and individual differences*. – 2002. – V. 32. – P. 1215–1228.
386. Penttonen M., Buzsáki G. Natural logarithmic relationship between brain oscillators // *Thalamus and related systems*. – 2003. – V. 2. – №. 2. – P. 145–152.
387. Pessoa L., Kastner S., Ungerleider L.G. Attentional control of the processing of neutral and emotional stimuli // *Cognitive brain research*. – 2002. – V. 15. – №. 1. – P. 31-45.
388. Peterson D.A., Thaut M.H. Delay modulates spectral correlates in the human EEG of non-verbal auditory working memory // *Neuroscience letters*. – 2002. – V. 328. – №. 1. – P. 17-20.
389. Petrov Y. Harmony: EEG/MEG linear inverse source reconstruction in the anatomical basis of spherical harmonics // *PLOS ONE*. – 2012. – V. 7. – №. 10: e44439.
390. Pfurtscheller G. Induced oscillations in the alpha band: functional meaning // *Epilepsia*. – 2003. – V. 44. – P. 2-8.
391. Pfurtscheller G., Lopes da Silva F.H. Event-related EEG/MEG synchronization and desynchronization: basic principles // *Clinical neurophysiology*. – 1999. – V. 110. – P. 1842-1857.
392. Pfurtscheller G., Neuper C., Krausz G. Functional dissociation of lower and upper frequency mu rhythms in relation to voluntary limb movement // *Clinical neurophysiology*. – 2000. – V. 111. – P. 1873–1879.
393. Philip L., Martin J.C., Clavel C. Rapid facial reactions in response to facial expressions of emotion displayed by real versus virtual faces // *Iperception*. – 2018. – V. 9. – №. 4. – P. 1–18.
394. Philippi C.L., Tranel D., Duff M., Rudrauf D. Damage to the default mode network disrupts autobiographical memory retrieval // *Social cognitive and affective neuroscience*. – 2014. – V. 10. – №. 3. – P. 318-326.
395. Phillips C., Rugg M.D., Friston K.J. Anatomically informed basis functions for eeg source localization: combining functional and anatomical constraints // *Neuroimage*. – 2002. – V. 16. – P. 678–95.

396. Phillips M.L., Williams L.M., Heining M., Herba C.M., Russell T., Andrew C., Bullmore E.T., Brammer M.J., Williams S.C.R., Morgan M., Young A.W., Gray J.A. Differential neural responses to overt and covert presentations of facial expressions of fear and disgust // *Neuroimage*. – 2004. – V. 21. – P. 1484–1496.
397. Portnoy J., Farrington D.P. Resting heart rate and antisocial behavior: An updated systematic review and meta-analysis // *Aggression and violent behavior*. – 2015. – V. 22. – P. 33-45.
398. Posten A.C., Ockenfels A., Mussweiler T. How activating cognitive content shapes trust: a subliminal priming study // *Journal of economic psychology*. – 2014. – V. 41. – P. 12–19.
399. Pothos E.M., Perry G., Corr P.J., Matthew M.R., Busemeyer J.R., Understanding cooperation in the Prisoner's Dilemma game // *Personality and individual differences*. – 2011. – V. 51. – P. 210–215.
400. Poulin F., Boivin M. The role of proactive and reactive aggression in the formation and development of boys' friendships // *Developmental psychology*. – 2000. – V. 36. – №. 2. – P. 233.
401. Premack D., Woodruff G. Does the chimpanzee have a theory of mind? // *Behavioral and brain sciences*. – 1978. – V. 1. – №. 4. – P. 515-526.
402. Proshina E.A., Savostyanov A.N., Bocharov A.V., Knyazev G.G. Effect of 5-HTTLPR on current source density, connectivity, and topological properties of resting state EEG networks // *Brain research*. – 2018. – V. 1697. – P. 67-75.
403. Pujol J.M. The Backus-Gilbert method and their minimum-norm solution // *Geophysics*. – 2013. – V. 78. – №. 3. – P. W9-W30.
404. Quirk G.J., Beer J.S. Prefrontal involvement in the regulation of emotion: convergence of rat and human studies // *Current opinion in neurobiology*. – 2006. – V. 16. – №. 6. – P. 723-727.
405. Raichle M.E., MacLeod A.M., Snyder A.Z., Powers W.J., Gusnard D.A., Shulman G.L. A default mode of brain function // *Proceedings of the National Academy of Sciences. USA*. – 2001. – V. 98. – P. 676–682.
406. Raine A. biosocial studies of antisocial and violent behavior in children and adults: a review // *Journal of abnormal child psychology*. – 2002. – V. 30. – P. 311–326.
407. Ramnani N., Miall R.C. A system in the human brain for predicting the actions of others // *Nature neuroscience*. – 2004. – V. 7. – №. 1. – P. 85-90.
408. Ramos E.A., Sadri B. Geometric and topological guarantees for the wrap reconstruction algorithm // *Proceedings of the eighteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms*. – Society for Industrial and Applied Mathematics. – 2007. – P. 1086-1095.
409. Rand D.G., Nowak M.A. Human cooperation // *Trends in cognitive science*. – 2013. – V.

17. – P. 413–425.
410. Rashid M., Sulaiman N., Mustafa M., Khatun S., Bari B.S. The classification of EEG signal using different machine learning techniques for BCI application // International Conference on Robot Intelligence Technology and Applications. – Springer, Singapore. – 2018. – P. 207-221.
411. Rauch A.V., Ohrmann P., Bauer J., Kugel H., Engelien A., Arolt V., Heindel W., Suslow T. Cognitive coping style modulates neural responses to emotional faces in healthy humans: a 3-T fMRI study // *Cerebral cortex*. – 2007. – V. 17. – P. 2526–2535.
412. Rauthmann J.F., Sherman R.A., Nave C.S., Funder D.C. Personality-driven situation experience, contact, and construal: How people’s personality traits predict characteristics of their situations in daily life // *Journal of research in personality*. – 2015. – V. 55. – P. 98-111.
413. Reid M.S., Flammino F., Howard B., Nilsen D., Prichep L.S. topographic imaging of quantitative EEG in response to smoked cocaine self-administration in humans // *Neuropsychopharmacology*. – 2006. – V. 31. – №. 4. – P. 872-884.
414. Reniers R.L.E.P., Corcoran R., Völlm B.A., Mashru A., Howard R., Liddle P.F. Moral decision-making, ToM, empathy and the default mode network // *Biological psychology*. – 2012. – V. 90. – №. 3. – P. 202-210.
415. Reniers R.L.E.P., Völlm B.A., Elliott R., Corcoran R. Empathy, ToM, and self–other differentiation: An fMRI study of internal states // *Social neuroscience*. – 2014. – V. 9. – №. 1. – P. 50-62.
416. Rizzolatti G, Fadiga L, Matelli M, Bettinardi V, Paulesu E, Perani D, Fazio F. Localization of grasp representations in humans by PET: 1. Observation versus execution // *Experimental brain research*. – 1996b. – V. 111. – №. 2. – P. 246-252.
417. Rizzolatti G., Fadiga L., Gallese V., Fogassi L. Premotor cortex and the re-cognition of motor actions // *Brain research, Cognitive brain research*. – 1996a. – V.3. – P. 131–141.
418. Roberts M. Relationships. In: Pinkett M., Roberts M. *Boys Don't Try? Rethinking Masculinity in Schools*. – London, Routledge. – 2019. – P. 157-175.
419. Robertson L.C., Lamb M.R., Knight R.T. Effects of lesions of temporal-parietal junction on perceptual and attentional processing in humans // *Journal of neuroscience*. – 1988. – V. 8. – №. 10. – P. 3757-3769.
420. Robinson M.D. Personality, affective processing, and self-regulation: toward process-based views of extraversion, neuroticism, and agreeableness // *Social and personality psychology compass*. – 2007. – V. 1. – №. 1. – P. 223–235.
421. Robinson D.J.M., Greenfield R.G.A Binaural simulation which renders out-of-head localization with low-cost digital signal processing of head-related-transfer functions and pseudo

- reverberation // Audio Engineering Society Convention 104. – Audio Engineering Society. – 1998.: 4723.
422. Rosazza C., Minati L. Resting-state brain networks: literature review and clinical applications // *Neurological sciences*. – 2011. – V. 32. – №. 5. – P. 773-785.
423. Roth S., Cohen L.J. Approach, avoidance, and coping with stress // *American psychologist*. – 1986. – V. 41. – №. 7. – P. 813-819.
424. Sadaghiani S., Scheeringa R., Lehongre K., Morillon B., Giraud A.L., D'Esposito M., Kleinschmidt A. Alpha-band phase synchrony is related to activity in the fronto-parietal adaptive control network // *Journal of neuroscience*. – 2012. – V. 32. – P. 14305–14310.
425. Sadaghiani S., Scheeringa R., Lehongre K., Morillon B., Giraud A.L., Kleinschmidt A. Intrinsic connectivity networks, alpha oscillations, and tonic alertness: asi-multaneous electroencephalography/functional magnetic resonance imaging study // *Journal of neuroscience*. – 2010. – V. 30. – P. 10243–10250.
426. Sampaio A., Soares J.M., Coutinho J., Sousa N., Gonçalves Ó.F. The Big Five default brain: functional evidence // *Brain structure and function*. – 2014. – V. 219. – №. 6. – P. 1913-1922.
427. Sanei S., Chambers J.A. *EEG Signal Processing*. – Wiley. – 2013. – 312 pp.
428. Santiesteban I., Banissy M.J., Catmur C., Bird G. Enhancing social ability by stimulating right temporoparietal junction // *Current biology*. – 2012. – V. 22. – №. 23. – P. 2274-2277.
429. Savostyanov A.N., Tsai A.C., Liou M., Levin E.A., Lee J.D., Yurganov A.V., Knyazev G.G. EEG-correlates of trait anxiety in the stop-signal paradigm // *Neuroscience letters*. – 2009. – V. 449. – №. 2. – P. 112-116.
430. Sauseng P., Griesmayr B., Freunberger R., Klimesch W. Control mechanisms in working memory: a possible function of EEG theta oscillations // *Neuroscience and biobehavioral reviews*. – 2010. – V. 34. – №. 7. – P. 1015-1022.
431. Saxe R. Uniquely human social cognition // *Current opinion in neurobiology*. – 2006. – V. 16. – №. 2. – P. 235-239.
432. Schilbach L., Eickhoff S.B., Rotarska-Jagiela A., Fink G.R., Vogeley K. Minds at rest? Social cognition as the default mode of cognizing and its putative relationship to the “default system” of the brain // *Consciousness and cognition*. – 2008. – V. 17. – P. 457–467.
433. Schmidt B. *The modelling of human behaviour*. – Erlangen: SCS Publications. – 2000. – 98 pp.
434. Schmitt M., Gollwitzer, M., Baumert A., Blum G., Geschwendner T., Hofmann W., Rothmund T. Proposal of a nonlinear interaction of person and situation (NIPS) model // *Frontiers in psychology*. – 2013. – V. 4.: 499.

435. Schoenbaum G., Roesch M.R., Stalnaker T.A., Takahashi Y.K.. A new perspective on the role of the orbitofrontal cortex in adaptive behaviour // *Nature reviews Neuroscience*. – 2009. – V. 10. – №. 12. – P. 885-92.
436. Schöpf V., Kasess C.N., Lanzenberger R., Fischmeister F., Windischberger C., Moser E. Fully exploratory network ICA (FENICA) on resting-state fMRI data // *Journal of neuroscience methods*. – 2010. – V. 192. – №. 2. – P. 207-213.
437. Schuck P., Zwingmann C. The ‘smallest real difference’ as a measure of sensitivity to change: a critical analysis // *International journal of rehabilitation research*. – 2003. – V. 26. – №. 2. – P. 85-91.
438. Schultz W. Neuronal reward and decision signals: from theories to data // *Physiological reviews*. – 2015. – V. 95. – №. 3. – P. 853-951.
439. Schurz M., Kronbichler M., Weissengruber S., Surtees A., Samson D., Perner J. Clarifying the role of theory of mind areas during visual perspective taking: Issues of spontaneity and domain-specificity // *Neuroimage*. – 2015. – V. 117. – P. 386-396.
440. Schurz M., Perner J. An evaluation of neurocognitive models of theory of mind // *Frontiers in psychology*. – 2015. – V. 6.: 1610.
441. Schurz M., Radua J., Aichhorn M., Richlan F., Perner J.: Fractionating theory of mind: a meta-analysis of functional brain imaging studies // *Neuroscience and biobehavioral reviews*. – 2014. – V. 42. – P. 9-34.
442. Semin G.R., Fiedler K.E. *Language, interaction and social cognition*. – SAGE Publications. – 1992. – 272 pp.
443. Sharpe J.P., Martin N.R., Roth K.A. Optimism and the Big Five factors of personality: Beyond neuroticism and extraversion // *Personality and individual differences*. – 2011. – V. 51. – №. 8. – P. 946-951.
444. Shrout P.E., Bolger N. Mediation in experimental and nonexperimental studies: new procedures and recommendations // *Psychological methods*. – 2002. – V. 7. – №. 4. – P. 422-445.
445. Shrout P.E., Fleiss J.L. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability // *Psychological bulletin*. – 1979. – V. 86. – №. 2. – P. 420-428.
446. Seidenbecher T., Laxmi T.R., Stork O., Pape H.C. Amygdalar and hippocampal theta rhythm synchronization during fear memory retrieval // *Science*. – 2003. – V. 301. – №. 5634. – P. 846-850.
447. Siegel D.J., McNamara S. *The neurobiology of " we": How relationships, the mind and the brain interact to shape we are*. – Sounds True audio learning course. – Boulder, CO. – 2008.
448. Siems M., Pape A.A., Hipp J.F., Siegel M. Measuring the cortical correlation structure of

- spontaneous oscillatory activity with EEG and MEG // *Neuroimage*. – 2016. – V. 129. – P. 345–355.
449. Singelis T.M. The measurement of independent and interdependent self-construals // *Personality and social psychology bulletin*. – 1994. – V. 20. – №. 5. – P. 580-591.
450. Singer T. The neuronal basis and ontogeny of empathy and mind reading: review of literature and implications for future research // *Neuroscience and biobehavioral reviews*. – 2006. – V. 30. – №. 6. – P. 855-863.
451. Singer T., Frith C. The painful side of empathy // *Nature Neuroscience*. – 2005. – V. 8. – №. 7. – P. 845-846.
452. Sliwa J., Freiwald W.A. A dedicated network for social interaction processing in the primate brain // *Science*. – 2017. – V. 356. – №. 6339. – P. 745-749.
453. Sobel M.E. Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models // *Sociological methodology*. – 1982. – V. 13. – P. 290-312.
454. Sobotka S.S., Davidson R.J., Senulis J.A. Anterior brain electrical asymmetries in response to reward and punishment // *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. – 1992. – V. 83. - №. 4. – P. 236-247.
455. Song Y., Shi M. Associations between empathy and big five personality traits among Chinese undergraduate medical students // *PLOS ONE*. – 2017. – V. 12. – №. 2.: e0171665.
456. Sowden P.T. Psychophysics. In: H. Cooper, P.M. Camic, D.L. Long, A.T. Panter, D. Rindskopf, K.J. Sher (Eds.) *APA handbooks in psychology®*. *APA handbook of research methods in psychology, V. 1. Foundations, planning, measures, and psychometrics*. – 2012. – P. 445–458.
457. Sowden S., Catmur C. The role of the right temporoparietal junction in the control of imitation // *Cerebral Cortex*. – 2015. – V. 25. – P.1107-1113.
458. Spielberger C.D. State-trait anxiety inventory. In: I.B.Weiner, W.E.Craighead (Eds.) *The Corsini encyclopedia of psychology*. – 2010.
459. Spielberger C.D., Gorsuch R.L., Lushene R., Vagg P.R., Jacobs, G.A. *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. – Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press. – 1983.
460. Spreng R.N., Andrews-Hanna J.R. The default network and social cognition // *Brain mapping: An encyclopedic reference*. – 2015. – V. 1316. – P. 165-169.
461. Spreng R.N., Mar R.A., Kim A.S.N. The common neural basis of autobiographical memory, prospection, navigation, theory of mind, and the default mode: a quantitative meta-analysis // *Journal of cognitive neuroscience*. – 2009. – V. 21. – №. 3. – P. 489-510.
462. Stemmler G., Wacker J. Personality, emotion, and individual differences in physiological responses // *Biological psychology*. – 2010. – V. 84. – №. 3. – P. 541–551.

463. Sterelny K. The representational theory of mind: An introduction. – Wiley Blackwell. – 1990. – 268 pp.
464. Sur S., Sinha V.K. Event-related potential: an overview // *Industrial psychiatry journal*. – 2009. – V. 18. – №. 1. – P. 70-73.
465. Talairach J., Tournoux P. Co-planar stereotaxic atlas of the human brain. 3-dimensional proportional system: An approach to cerebral imaging. – Thieme. – 1988. – 122 pp.
466. Tallon-Baudry C., Bertrand O., Peronnet F., Pernier J. Induced gamma-band activity during the delay of a visual short-term memory task in humans // *The journal of neuroscience*. – 1998. – V. 18. – №. 11. – P. 4244-4254.
467. Tang H., Mai X., Wang S., Zhu C., Krueger F., Liu C. Interpersonal brain synchronization in the right temporo-parietal junction during face-to-face economic exchange // *Social cognitive and affective neuroscience*. – 2016. – V. 11. – №. 1. – P. 23-32.
468. Tewarie P., Liuzzi L., O'Neill G.C., Quinn A.J., Griffa A., Woolrich M.W., Stam C.J., Hillebrand A., Brookes M.J. Tracking dynamic brain networks using high temporal resolution MEG measures of functional connectivity // *Neuroimage*. – 2019. – V. 200. – P. 38-50.
469. Thatcher R.W., Krause P.J., Hrybyk M. Cortico-cortical associations and EEG coherence: a two-compartmental model // *Electroencephalography and clinical neurophysiology*. – 1986. – V. 64. – №. 2. – P. 123-143.
470. Tognoli E., Kelso J.A.S. The metastable brain // *Neuron*. – 2014. – V. 81. – №. 1. – P. 35-48.
471. Triandis H.C., Bontempo R., Betancourt H., Bond M., Leung K., Brenes A., Georgas J., Hui C.H., Marin G., Setiadi B., Sinha J.B.P., Verma J., Spangenberg J., Touzard H., de Montmollin G. The measurement of the etic aspects of individualism and collectivism across cultures // *Australian journal of psychology*. – 1986. – V. 38. – №. 3. – P. 257-267.
472. Trochim W.M.K. Research methods knowledge base. – 2020. – <http://www.socialresearchmethods.net/kb/>
473. Van Bokhoven I., Van Goozen S.H.M. van Engeland H., Schaal B., Arseneault L., Séguin J. R., Tremblay R.E. Salivary cortisol and aggression in a population-based longitudinal study of adolescent males // *Journal of neural transmission*. – 2005. – V. 112. – P. 1083–1096.
474. Van de Ven V., Bledowski C., Prvulovic D., Goebel R., Formisano E., DI Salle F., Linden D.E.J., Esposito F. Visual target modulation of functional connectivity networks revealed by self-organizing group ICA // *Human brain mapping*. – 2008. – V. 29. – №. 12. – P. 1450-1461.
475. van den Bos W., McClure S.M., Harris L.T., Fiske S.T., Cohen J.D. Dissociating affective evaluation and social cognitive processes in the ventral medial prefrontal cortex //



- Cognitive, affective and behavioral neuroscience. – 2007. – V. 7. – №. 4. – P. 337-346.
476. Van Dijk T.A. Social cognition and discourse In: H. Giles, W.P. Robinson (Eds.) Handbook of language and social psychology. – 1990. – P. 163-183.
477. Van Mechelen I. A royal road to understanding the mechanisms underlying person-in-context behavior // Journal of research in personality. – 2009. – V. 43. – №. 2. – P. 179–186.
478. Van Overwalle F., Baetens K. Understanding others' actions and goals by mirror and mentalizing systems: a meta-analysis // Neuroimage. – 2009. – V. 48. – P. 564–584.
479. Vanderwal T., Hunyadi E., Grupe D.W., Connors C.M., Schultz R.T. Self, mother and abstract other: an fMRI study of reflective social processing // Neuroimage. – 2008. – V. 41. – №. 4. – P. 1437-1446.
480. Varela F., Lachaux J.P., Rodriguez E., Martinerie J. The brainweb: phase synchronization and large-scale integration // Nature reviews. Neuroscience. – 2001. – V. 2. – №. 4. – P. 229-239.
481. Veenstra L., Bushman B. J., Koole S. L. The facts on the furious: a brief review of the psychology of trait anger // Current opinion in psychology. – 2018. – V. 19. – P. 98-103.
482. Vitaro F., Barker E.D., Boivin M., Brendgen M., Tremblay R.E. Do early difficult temperament and harsh parenting differentially predict reactive and proactive aggression? // Journal of abnormal child psychology. - 2006a. – V. 34. – P. 681– 695.
483. Vitaro F., Brendgen M., Barker E.D. Subtypes of aggressive behaviors: A developmental perspective. // International journal of behavioral development. - 2006b. – V. 30. – P. 12–19.
484. Vuilleumier P., Sagiv N., Hazeltine E., Poldrack R.A., Swick D., Rafal R.D., Gabrieli J.D. Neural fate of seen and unseen faces in visuospatial neglect: a combined event-related functional MRI and event-related potential study // Proceedings of the National Academy of Sciences USA. – 2001. – V. 98. – №. 6. – P. 3495-3500.
485. Wager T., Davidson M., Hughes B., Lindquist M., Ochsner K. Prefrontal-subcortical pathways mediating successful emotion regulation // Neuron. – 2008. – V. 59. – №. 6. – P. 1037–1050.
486. Walker S.C., McGlone F.P. The social brain: neurobiological basis of affiliative behaviours and psychological well-being // Neuropeptides. – 2013. – V. 47. – №. 6. – P. 379-393.
487. Waller B.M., Cray J.J., Burrows A.M. Selection for universal facial emotion // Emotion. – 2008. – V. 8. – №. 3. – P. 435-439.
488. Walter H., Adenzato M., Ciaramidaro A., Enrici I., Pia L., Bara B.G. Understanding intentions in social interaction: the role of the anterior paracingulate cortex // Journal of cognitive neuroscience. – 2004. – V. 16. – P. 1854–1863.

489. Wassermann E.M. Safety and side-effects of transcranial magnetic stimulation and repetitive transcranial magnetic stimulation. In: A. Pascual-Leone, N. Davey, J. Rothwell, E.M. Wassermann, B.K. Puri (Eds.) Handbook of transcranial magnetic stimulation. – London, Arnold. – 2002. – P. 39-49.
490. Weir J.P. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM // The journal of strength and conditioning research. – 2005. – V. 19. – №. 1. – P. 231-240.
491. Weissman D.H., Roberts K.C., Visscher K.M., Woldorff M.G. The neural bases of momentary lapses in attention // Nature Neuroscience. – 2006. – V. 9. – №. 7. – P. 971-978.
492. Wellman H.M. The child's theory of mind. – The MIT Press. – 1992. – 358 pp.
493. Wendling F., Chauvel P., Biraben A., Bartolomei F. From intracerebral EEG signals to brain connectivity: identification of epileptogenic networks in partial epilepsy // Frontiers in systems neuroscience. – 2010. – V. 4.: 154.
494. Wens V., Bourguignon M., Ghinst M.V., Mary A., Marty B., Coquelet N., Naeije G., Peigneux P., Goldman S., De Tiège X. Synchrony, metastability, dynamic integration, and competition in the spontaneous functional connectivity of the human brain // Neuroimage. – 2019. – V. 199. – P. 313-324.
495. Wens V., Mary A., Bourguignon M., Goldman S., Marty B., Beeck M.O., Bogaert P.V., Peigneux P., De Tiège X. About the electrophysiological basis of resting state networks // Clinical neurophysiology. – 2014. – V. 125. – P. 1711–1713.
496. Whiten A. Social, Machiavellian and cultural cognition : a golden age of discovery in comparative and evolutionary psychology // Journal of comparative psychology. – 2018. – V. 132. – №. 4. – P. 437-441.
497. Whittington M.A., Cunningham M.O., Lebeau F.E., Racca C., Traub R.D. Multiple origins of the cortical gamma rhythm // Developmental neurobiology. – 2010. – V. 71. – P. 92–106.
498. Wild J., Clark D.M., Ehlers A., McManus F. Perception of arousal in social anxiety: Effects of false feedback during a social interaction // Journal of behavior therapy and experimental psychiatry. – 2008. – V. 39. – №. 2. – P. 102-116.
499. Williams L.M., Liddell B.J., Kemp A.H., Bryant R.A., Meares R.A., Pwduto A.S., Gordon E. Amygdala–prefrontal dissociation of subliminal and supraliminal fear // Human brain mapping. – 2006. – V. 27. – №. 8. – P. 652-661.
500. Wood G., Kober S.E. EEG neurofeedback is under strong control of psychosocial factors // Applied psychophysiology and biofeedback. – 2018. – V. 43. – №. 4. – P. 293-300.
501. Woodman G.F. A brief introduction to the use of event-related potentials in studies of

perception and attention // *Attention, perception and psychophysics*. – 2010. – V. 72. – №. 8. – P. 2031-2046.

502. Worsley K.J., Marrett S., Neelin P., Vandal A.C., Friston K.J., Evans A.C. A unified statistical approach for determining significant signals in images of cerebral activation // *Human brain mapping*. – 1996. – V. 4. – P. 58-73.

503. Worth N.C., Book A.S. Personality and behavior in a massively multiplayer online role-playing game. // *Computers in human behavior*. – 2014. – V. 38. – P. 322–330.

504. Wu C.H., Parker S.K., Wu L.Z., Lee C. When and why people engage in different forms of proactive behavior: Interactive effects of self-construals and work characteristics // *Academy of management journal*. – 2018. – V. 61. – №. 1. – P. 293-323.

505. Zaitchik D., Walker C., Miller S., LaViolette P., Feczko E., Dickerson B.C. Mental state attribution and the temporoparietal junction: An fMRI study comparing belief, emotion, and perception // *Neuropsychologia*. – 2010. – V. 48. – P. 2528-2536.

506. Zaki R.; Bulgiba A.; Ismail R.; Ismail N.A. Statistical methods used to test for agreement of medical instruments measuring continuous variables in method comparison studies: a systematic review // *PLOS ONE*. – 2012. – V.7.: e37908.

507. Zalesky A., Fornito A., Cocchi L., Gollo L.L., Breakspear M. Time-resolved resting-state brain networks // *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. – 2014. – V. 111. – №. 28. – P. 10341-10346.

508. Zalesky A., Fornito A., Harding I.H., Cocchi L., Yüchel M., Pantelis C., Bullmore E.T. Whole-brain anatomical networks: does the choice of nodes matter? // *Neuroimage*. – 2010. – V. 50. – №. 3. – P. 970-983.

509. Zelenina M., Prata D.M.P. Machine learning with electroencephalography features for precise diagnosis of depression subtypes // *Medical imaging and deep learning – 2019. Extended abstracts track*. – 2019.

510. Zhang D., Wang L., Luo Y., Luo Y. Individual differences in detecting rapidly presented fearful faces // *PLOS ONE*. – 2012b. – V. 7.: e49517.

511. Zhang D.W., Roodenrys S., Li H., Barry R.J., Clarke A.R., Wu Z., Zhao Q., Song Y., Liu L., Qian Q., Wang Y., Johnstone S.J., Sun L. Atypical interference control in children with AD/HD with elevated theta/beta ratio // *Biological psychology*. – 2017. – V. 128. – P. 82-88.

512. Zhang G., Zhang H., Li X., Zhao X., Yao L., Long Z. Functional alteration of the DMN by learned regulation of the PCC using real-time fMRI // *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*. – 2012a. – V. 21. – №. 4. – P. 595-606.

513. Zhao K., Smillie L.D. The role of interpersonal traits in social decision making: exploring sources of behavioral heterogeneity in economic games // *Personality and social psychology*

review. – 2015. – V. 19. – P. 1–26.

514. Zion-Golumbic E., Kuta M., Benti S. Neural dynamics associated with semantic and episodic memory for faces: evidence from multiple frequency bands // Journal of cognitive neuroscience. – 2010. – V. 22. – P. 263-77.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Приложение 1

*Эмоциональные выражения лиц женского и мужского пола с радостными, гневными и нейтральными выражениями (Ekman et al., 1972), предъявлявшиеся в процессе эксперимента в качестве стимульного материала (Пример).*



## Приложение 2

### *Результаты анализа выборки из 43 человек при пороге достоверности 0,05*

*(X – face type, Y – reaction, M – brain activity)*

#### *Параметры:*

- электродов – 98;
- частота дискретизации (сэмплирования) – 125 Гц;
- три типа лиц – (Happy, Neutral, Angry);
- три типа реакции – (Relate, Escape, Attack);
- 3D реконструкция производилась пакетом sLORETA, поверхность черепа описывалась 6239 точками;
- исходные данные – файлы \*.slog, преобразование производилось в \*.nifti формат с помощью пакетов программ в Matlab. Размер вокселя 5×5×5, пространство 29×34×24 вокселя;
- трайлов – 60, недостающие трайлы (исключённые при устранении артефактов) восстановлены из существующих копированием случайного трайла с конца;
- диапазоны частот: 1 – 4 Гц (дельта), 5 – 8 Гц (тета), 9 – 12 Гц (альфа), 13 – 35 Гц (бета), 36 – 45 Гц (гамма);
- базовый пакет – MatLab;
- данные обрабатывались функцией из набора mediation\_toolbox (Tor Wager);
- программа просмотра результатов медиации – NeuroElf;
- при интерпретации данных использовался атлас Бродмана  
<http://www.fmriconsulting.com/brodmann/Interact.html>.

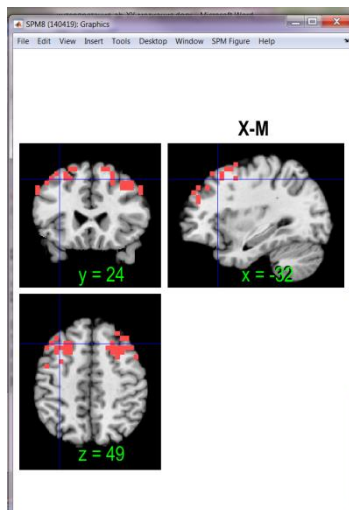
**Приложение 2. Продолжение.**

***Краткое описание полученных результатов***

Альфа-диапазон

«Эффект а» в альфа-диапазоне.

Обнаружен положительный эффект.



№	Координата центра кластера	Наименование зоны	Интерпретация
1	[-35 20 50]	Поле Бродмана 3 Левое полушарие, теменная доля, постцентральная извилина, серое вещество	Ожидание боли или удовольствия в связи с функционированием зеркальных нейронов – первый элемент перед принятием решения. Ожидание боли (2, 3) (16704087) Прикосновение к ожиданию (т.е. щекотание) (10936920)
2	[35 25 45]	Поле Бродмана 8 Правое полушарие, лобная доля, средняя лобная извилина, серое вещество	Память ( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9010011">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9010011</a> ), ожидание боли, планирование ( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10617267">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10617267</a> )

**Приложение 2. Продолжение.**

«Эффект b» в альфа-диапазоне.

Обнаружен прямой отрицательный эффект.

№	Координата центра кластера	Наименование зоны	Интерпретация
1	[-55 5 35]	Белое вещество -> Поле Бродмана 6 Левое полушарие, лобная доля, прецентральная извилина, серое вещество	Планирование, управление поведением, обработка, связанная с неопределенностью, индуктивное мышление Испытуемый извлекает из долговременной памяти свои ощущения от предъявляемого типа лица Episodic long-term memory ( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12457762">12457762</a> ) Обнаружена активация головного мозга в зоне ВА6 при формировании реакции – произошел спад спектральной мощности при переходе от мозга (медиатор) к моменту ответа на стимул (Y – Reaction). Эта область активизируется при формировании качественных представлений, как описано в статье <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16337816">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16337816</a>
2	[-25 25 50]	Поле Бродмана 8 Левое полушарие, средняя лобная извилина, серое вещество	Активизируется участок мозга ВА8, связанный с ожиданием боли. Память ( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9010011">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9010011</a> ), ожидание боли, планирование ( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10617267">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10617267</a> )



**Приложение 2. Продолжение.**

«Эффект ab» в альфа-диапазоне.

Обнаружен косвенный отрицательный эффект.

№	Координата центра кластера	Наименование зоны	Интерпретация
1	[10 10 0]	Правое полушарие, подкорка, хвостатое ядро, серое вещество, головка хвостатого ядра	Левая и правая части хвостатого ядра связаны с ПБ39 хвостатое ядро – подкорковая зона – активизируется при реактивной агрессии <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-6494.2009.00609.x/full">http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-6494.2009.00609.x/full</a>
2	[-10 10 5]	Левое полушарие, подкорка, хвостатое ядро, серое вещество, тело хвостатого ядра	
3	[-65 -50 30]	Поле Бродмана 40 Левое полушарие, теменная доля, супрамаргинальная извилина, серое вещество	При планировании в статье <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11880658">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11880658</a> упоминается область ПБ40. Обнаружена активация головного мозга в зоне ПБ40 на первом этапе: предъявление стимула – ответ головного мозга (неподтвержденные кластерами данные – но было бы интересно, я еще поищу) – произошло увеличение спектральной мощности в области ПБ6 и ПБ8, а при формировании реакции – произошел спад спектральной мощности при переходе от мозга

			<p>(медиатор) к моменту ответа на стимул (Y – Reaction) в области ПБ6. Эти области вместе с областью ПБ40 активизируются при формировании качественных представлений, как описано в статье <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16337816">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16337816</a> и именно поэтому был получен отрицательный эффект медиации ab.</p> <p>в процессе принятия решения человек планирует моторную деятельность. Сначала (эффект a – ПБ 3, ПБ8, где при принятии решения человек сначала занимается планированием интеллектуальным и вспоминает о причиненных ему болях, страданиях или удовольствиях – ПБ8, а потом (эффект b) – ПБ6 и ПБ8 (движение, планирование движений).</p>
--	--	--	---

**Приложение 2. Продолжение.**

Бета-диапазон

«Эффект а» и «Эффект ab» не обнаружены.

«Эффект b» в бета-диапазоне.

Обнаружен отрицательный эффект.

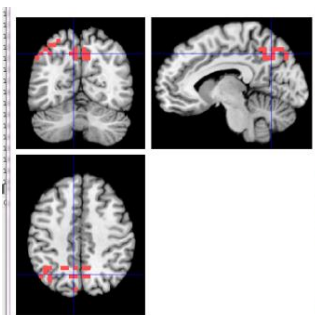
<b>№</b>	<b>Координата центра кластера</b>	<b>Наименование зоны</b>	<b>Интерпретация</b>
1	[5 40 50]	Поле Бродмана 8 Правое полушарие, лобная доля, верхняя лобная извилина, серое вещество	Снижение памяти и внимания. ПБ8 участвует в процессах памяти, особенно в рабочей памяти. При принятии решения у человека активизируется ПБ8, связанный с ожиданием боли.

**Приложение 2. Продолжение.**

Дельта-диапазон.

«Эффект а» в дельта-диапазоне.

«Эффект б» и «Эффект аб» в дельта-диапазоне не обнаружены.



№	Координата центра кластера	Наименование зоны	Интерпретация
1	[-5 -65 45]	Белое вещество ->[-5 -67 45] Поле Бродмана 7 Левое полушарие, теменная доля, предклинье, серое вещество	Распознавание временного контекста ( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8981471">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8981471</a> ) Активизация области ПБ7 происходит при наблюдении угрожающего стимула – восприятие личного пространства ( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16162829">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16162829</a> ) Исследование социальной угрозы по фото ( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17897686">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17897686</a> ) Происходит сознательное воспоминание о ранее пережитых событиях ( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8134341">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8134341</a> ) Обработка эмоций и самоотражение при принятии решений
2	[-35 -60 55]	Поле Бродмана 7 Левое полушарие, теменная доля, предклинье, серое вещество	( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15746230">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15746230</a> ) Вместе с зоной ПБ40 в альфа-диапазоне активируется зона ПБ7, что происходит при планировании ( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11880658">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11880658</a> ) ПБ7 и ПБ40 активизируются при обработке визуальной информации

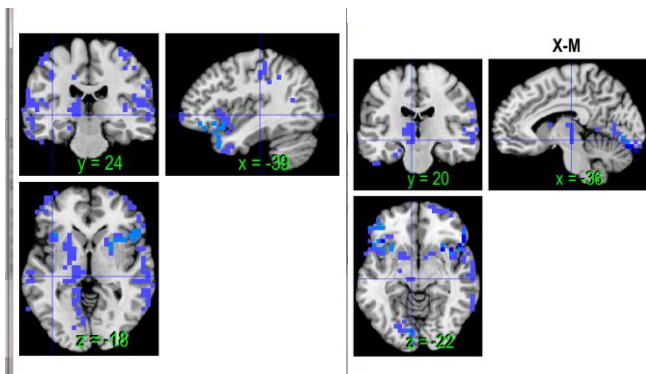
		вещество	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18249421">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18249421</a>
3	[5 -65 45]	Поле Бродмана 7 Левое полушарие, теменная доля, предклинье, серое вещество	
4	[5 -5 65]	Поле Бродмана 6 Правое полушарие, лобная доля, медиальная лобная извилина, серое вещество	Планирование, управление поведением, Обработка, связанная с неопределенностью, индуктивное мышление Испытуемый извлекает из долговременной памяти свои ощущения от предъявляемого типа лица Эпизодическая долговременная память (Episodic long-term memory) ( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12457762">12457762</a> ) Обнаружена активация головного мозга в зоне ПБ6 при формировании реакции – произошел спад спектральной мощности при переходе от мозга (медиатор) к моменту ответа на стимул (Y – Реакция). Эта область активизируется при формировании качественных представлений, как описано в статье <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16337816">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16337816</a>

Приложение 2. Продолжение.

Гамма-диапазон

«Эффект а» в гамма-диапазоне.

Обнаружен прямой отрицательный эффект а.



№	Координата центра кластера	Наименование зоны	Интерпретация
1	[-40 25 -20]	Поле Бродмана 47 Левое полушарие, лобная доля, нижняя лобная извилина, серое вещество	<p>ПБ47 обращается к рабочей памяти (12457762, 8134340) и эпизодической долговременной памяти (12457762)</p> <p>ПБ47 участвует в некоторых явно эмоционально связанных действиях, что может быть выражено при формировании реакции</p> <p>Например: неблагоприятном эмоциональном торможении <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12135962">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12135962</a> ,</p> <p>Поведенческое и моторное торможение <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16420462">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16420462</a>, <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15827569">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15827569</a> ) .</p> <p>ПБ47 участвует в присвоение намерения другим (<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10679187">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10679187</a> ), что может быть в нашем случае быть</p>

			присвоено определенному типу лиц и уже после этого зона ПБ47 активизируется при принятии решений (включая конфликт и вознаграждение <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10516320">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10516320</a> )
2	[40 15 -10]	Поле Бродмана 13 Правое полушарие, подкорка, островковая доля, серое вещество	Память Вербальная память (эпизодическая, рабочая, поисковая) (11352616, 11002354, 10659091, много статей) Выражение реакции страха (11276236, 17123557) Об ошибках (17185003) Мотивированные рассуждения (17069484) Ответ на колебания вознаграждения при принятии решений (16596979) Ответ на информационную обратную связь (обработка мотивации / вознаграждения) (16490307) Принятие риска при обработке решений (12948701) Ингибирование в эмоциональном контексте (16480897) Автономное возбуждение при просмотре эмоционального контента (12784931) Создание эмоциональных суждений (справа) (11467919) Ответ на изменение стратегии (14670576) Расчет (11034863) более подробно – Выражение ответа от страха ( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11276236">11276236</a> , <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17123557">17123557</a> ) Предчувствие ошибки (Error awareness) ( <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17185003">17185003</a> ) – это может быть полезно, если учесть личности субъектов, т.е. когда атакуют дружелюбных – сознательно (сознательная

		<p>ошибка). Мысли вслух: Атакуют нейтральных? Посмотреть этот кусочек выборки – атакуют дружелюбных – всего 5 человек. Есть ли у нас определение по опросникам лгунов? По Айзенку – шкала лжи и социальная желательность мб ковариаты? Или выборку с людей с низкой социальной желательностью и высокой корреляцией агрессивности. Гипотеза: у таких людей эта область мозга не будет достоверной, а у высокой соц.желательностью с низкой корреляцией агрессивности ПБ13 будет достоверна.</p> <p>Обоснованный рассуждения (Motivated reasoning) (<a href="#">17069484</a>)</p> <p>Цитата из статьи: «Мотивированное рассуждение - это форма неявной регуляции эмоций, в которой мозг сходится на суждениях, которые минимизируют негативные и максимизируют положительные эмоциональные состояния, связанные с угрозой или достижением мотивов.» в нашем случае субъекты стараются представить максимум комфортных эмоций от стимула.</p> <p>Ответ на текучесть вознаграждения при принятии решений (<a href="#">16596979</a>) разве наши испытуемые ожидали каких-то конкретных вознаграждений при принятии решений? Хотя про «неявную награду» в след.статье.</p> <p>Ответ на информативную обратную связь (обработка мотивации / вознаграждения) (<a href="#">16490307</a>)</p> <p>Цитата из статьи: «Известно, что передние островковые коры (anterior insular cortex ) и полосатые области (striatal regions ) вовлечены в мотивационную и наградную обработку. Поэтому гемодинамические ответы, наблюдаемые в этом исследовании, показывают, что мотивационная функция информации обратной связи является решающим фактором для обучения поведению; считается, что информативная обратная связь может служить</p>
--	--	---



			<p>неявной наградой для людей.»</p> <p>Принятие рисков при обработке решений (<a href="#">12948701</a>)</p> <p>Запрещение в эмоциональном контексте (<a href="#">16480897</a>)</p> <p>Автономное возбуждение при просмотре эмоционального контента (<a href="#">12784931</a>)</p> <p>Делание эмоциональных суждений (Right) (<a href="#">11467919</a>)</p> <p>Восприятие выражений отвращения (<a href="#">9333238</a>)</p> <p>Преднамеренное разворачивание внимания в задаче визуального движения (<a href="#">15275908</a>)</p> <p>Юмор (<a href="#">15006673</a>) – оценивают предъявляемые «happy» лица на выражение юмора. (а может быть «angry»?)</p> <p>Ответ на изменение стратегии (<a href="#">14670576</a>) – мб кто-то из выборки меняет стратегию в ходе эксперимента? Проверить. Сначала все хотят дружить, а потом атакуют – гипотеза.</p> <p>R3 [-10 50 -5] : Левое полушарие, сводчатая извилина</p> <p>Черепная извилина принадлежит к лимбической системе, и ее участие в эмоции очевидно. Современные исследования МРТ подтверждают его вовлеченность в эмоцию (например, экспериментальная обработка / обработка эмоциональных сигналов, сексуальное возбуждение зрительных стимулов и т. д.) Обнаружены исполнительные функции (например, дедуктивные рассуждения, индуктивные рассуждения и умственное хронирование) и различные типы памяти (например, оперативная память, эпизодическая память, предполагаемая память и т. д.)</p>
3	[-45 -25 10]	->[-40 -23 8] Поле Бродмана 41	<p>чтение речи с лица</p> <p>Эффект прайминга повторения (11247649)</p>

		<p>Левое полушарие, височная доля, поперечная височная извилина, серое вещество</p>	
4	[-30 -45 -15]	<p>Поле Бродмана 37 Левое полушарие, сводчатая извилина, парагиппокампальная извилина, серое вещество</p>	<p>распознавание лиц: Функционально определенные правая затылочная и веретенообразная «области лица» отличаются от визуально знакомых лиц. <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12880816">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12880816</a> Региональная реакция мозга на лица людей и собак. <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15268916">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15268916</a> Возрастные изменения активации коркового кровотока при визуальной обработке лиц и местоположения. <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8126548">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8126548</a> (здесь опять возраст – ковариат) структурное суждение знакомых объектов: Домашнее исследование визуальных и семантических знаний об объектах. <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15714895">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15714895</a> просопагнозия (приобретенная неспособность распознать лица) является результатом патологии мозга с использованием правильной веретеновидной извилины (височно-затылочной) или обоих веретенообразных гири. ПБ37 также участвует в некоторых схемах памяти, особенно когда речь идет о визуальной информации.</p>

			<p>Сенсорная подпись, которая отличает истинные воспоминания от ложных.  <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15156146">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15156146</a></p> <p>Дифференциальная активация в парагиппокампе и префронтальной коре во время задач кодирования слов и лиц.  <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11522964">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11522964</a></p> <p>В экспериментах, посвященных «атрибуции намерений», существует сложная схема активации мозга, а вовлеченность ПБ37 может быть тангенциальной.</p> <p>ПЭТ-исследование приписывания намерений невербальной задаче.  <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10679187">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10679187</a></p>
5	[-45 55 -5]	Поле Бродмана 10 Левое полушарие, лобная доля, нижняя лобная извилина, серое вещество	<p>Связь средней лобной извилины с обработкой эмоций. Это участие может быть связано с принятием решений об эмоциональных стимулах.</p> <p>Обработка эмоциональных стимулов (16317710)</p> <p>Обработка эмоций и самоотражений при принятии решений (слева) (15746230)</p> <p>Принятие решений (включая конфликт и вознаграждение) (правая 10) (10516320)</p>
6	[35 60 -5]	Поле Бродмана 10 Правое полушарие, лобная доля, средняя лобная извилина, серое вещество	<p>Планирование (правая 9) (11880658)</p> <p>Приятные и неприятные эмоции (9352521)</p> <p>Без сомнения, ПБ9/10 имеет значительное участие в памяти, в частности, в кодировании памяти, извлечении памяти и рабочей памяти. Те исследования, которые касаются ПБ10 с «предполагаемой памятью на основе событий и времени» и «преднамеренным забыванием», предполагают участие ПБ10 в управлении и манипулировании памятью (метамэморией). Следовательно, можно утверждать, что средняя лобная извилина</p>

			<p>участвует в экстенсивной схеме, и она имеет фундаментальную роль в организации стратегий памяти и управлении памятью.</p> <p>Рабочая память (14642465, 11960021, 11798278, много статей)</p> <p>Краткосрочная память (9) (15833592)</p> <p>Кодирование и распознавание памяти (12457762, 9010011, 10088902, много статей)</p> <p>Поиск памяти (8134341, 11346889, 9010011, много статей)</p> <p>Суждения о судьбах (9) (8981471)</p> <p>Временная и временная предполагаемая память (10) (17126435)</p> <p>Перспективная память (Боковой 10) (12667527)</p> <p>Умышленное забвение (10) (17617657)</p>
7	[45 5 5]	<p>Левое полушарие, подкорка, островковая доля, прецентральная извилина (-45, 4, 4)</p>	то же самое, что и пункте 2 – ПБ13?
8	[-25 -15 0]	<p>Левое полушарие, подкорка, чечевицеобразное ядро, серое вещество, латеральная часть бледного шара</p>	чечевицеобразное ядро – подкорковая зона
9	[50 0 0]	<p>Поле Бродмана 6 Правое полушарие,</p>	планирование действий

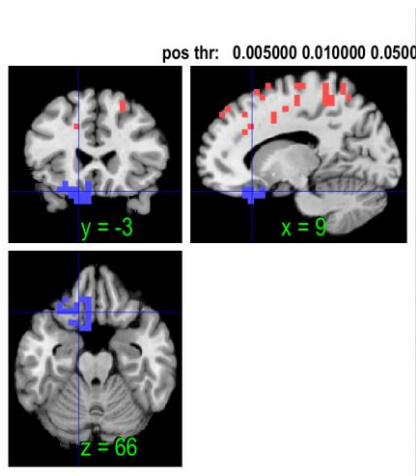
		лобная доля, прецентральная извилина, серое вещество	
10	[-30 15 -25]	Поле Бродмана 47 Левое полушарие, лобная доля, нижняя лобная извилина, серое вещество	то же самое, что и первый пункт

Приложение 2. Продолжение.

Тета-диапазон.

«Эффект а» в тета-диапазоне.

Обнаружен положительный «эффект а».



№	Координата центра кластера	Наименование зоны	Интерпретация
1	[10 0 65]	Правое полушарие, лобная доля, медиальная лобная извилина, верхняя лобная извилина (8, -1, 68) ->[10 9 67] Поле Бродмана 6 Правое полушарие, лобная доля, прецентральная извилина, серое вещество	аналогично «Эффект а» и «эффект b» в альфа-диапазоне Планирование, управление поведением, Обработка, связанная с неопределенностью, индуктивное мышление Испытуемый извлекает из долговременной памяти свои ощущения от предъявляемого типа лица Episodic long-term memory ( <a href="https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.08.062">12457762</a> ) Обнаружена активация головного мозга в зоне ПБ6 при формировании реакции – произошел спад спектральной мощности при переходе от мозга (медиатор) к моменту ответа на стимул (Y – Реакция). Эта область активизируется при формировании качественных представлений, как описано в статье <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16337816">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16337816</a>

2	[10 0 15]	Правое полушарие, подкорка, хвостатое ядро, серое вещество, тело хвостатого ядра	<p>хвостатое ядро - подкорковое образование задействовано при рективной агрессии</p> <p>Jack Van Honk, Eddie Harmon-Jones, Barak E. Morgan, Dennis J. L. G. Schutter, 2010. Socially Explosive Minds: The Triple Imbalance Hypothesis. Journal of Personality, Volume 78, Issue 1, February 2010, Pages 67–94.</p> <p><a href="http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-6494.2009.00609.x/full">http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-6494.2009.00609.x/full</a></p>
3	[10 0 45]	<p>Правое полушарие, сводчатая извилина, поясная извилина, белое вещество</p> <p>-&gt;[12 0 47]</p> <p>Поле Бродмана 24</p> <p>Правое полушарие, сводчатая извилина, поясная извилина, серое вещество</p>	<p>вовлеченность в эмоцию (например, экспериментальная обработка / обработка эмоциональных сигналов:</p> <p>Когнитивное / моторное торможение (<a href="#">16376861</a>, <a href="#">18325582</a>, <a href="#">15993771</a>, много статей)</p> <p>Эмпирическая обработка / обработка эмоциональных сигналов (<a href="#">9712681</a>, <a href="#">18633805</a>, <a href="#">15130591</a>, много статей)</p> <p>сексуальное возбуждение зрительных стимулов (мужчины) (<a href="#">16467858</a>, <a href="#">11098795</a>)</p> <p>Кроме того, при использовании функционального нейровизумента обнаружены некоторые неожиданные функции ПБ24/ПБ32/ПБ33, такие как ... исполнительные функции (например, дедуктивные рассуждения, индуктивные рассуждения и умственное хронирование)</p> <p>дедуктивная память задействована с той точки зрения, что смотря на лицо испытуемый дедуктивно делает некоторые предположения, которые учитываются при принятии решения:</p> <p>Психологический хронометраж (<a href="#">16944489</a>, <a href="#">16730754</a>, <a href="#">15283476</a>, много статей)</p> <p>Пересечение себя с другими во время социального восприятия (Зеркальные нейроны) (<a href="#">16337816</a>, <a href="#">16035037</a>)</p> <p>Дедуктивное мышление (<a href="#">9869705</a>, <a href="#">11958963</a>)</p>

			<p>Индуктивное мышление (<a href="#">9175134</a>)</p> <p>различные типы памяти (например, оперативная память, эпизодическая память, предполагаемая память и т. д.)</p> <p>Память</p> <p>Рабочая память (<a href="#">15040547</a>, <a href="#">14642465</a>, <a href="#">15893942</a>, много статей)</p> <p>Извлечение памяти (<a href="#">9010011</a>, <a href="#">7719132</a>)</p> <p>Кодирование эпизодической памяти (<a href="#">12445630</a>)</p> <p>Перспективная память (Prospective memory) (<a href="#">9774166</a>)</p> <p>Память на основе времени (Time-based memory) (<a href="#">17126435</a>)</p> <p>Внимание</p> <p>Визуальное внимание (<a href="#">9126062</a>, <a href="#">16307253</a>, <a href="#">14642485</a>)</p> <p>Выборочное внимание (<a href="#">9343611</a>)</p> <p>Раздельное внимание (<a href="#">16337110</a>)</p> <p>Слуховое внимание (<a href="#">16340161</a>, <a href="#">9592060</a>)</p>
4	[-5 40 40]	<p>Левое полушарие, лобная доля, медиальная лобная извилина, белое вещество -&gt;[-13 40 35] Поле Бродмана 9 Левое полушарие,</p>	<p>Принятие решений, память (о боли, о дружбе и пр.) принятие решений в ответ на эмоциональные стимулы. (много тех же статей, что и в ПБ10 – пятый пункт в положительном «Эффект а» в гамма-диапазоне)</p> <p>Рабочая память (<a href="#">14642465</a>, <a href="#">11960021</a>, <a href="#">11798278</a>, много статей)</p> <p>Краткосрочная память (<a href="#">15833592</a>)</p> <p>Кодирование и распознавание памяти (<a href="#">12457762</a>, <a href="#">9010011</a>, <a href="#">10088902</a>, много статей)</p> <p>Извлечение памяти (<a href="#">8134341</a>, <a href="#">11346889</a>, <a href="#">9010011</a>, много статей)</p> <p>Судебные решения (<a href="#">8981471</a>)</p>



		лобная доля, верхняя лобная извилина, серое вещество	предполагаемая память, ориентированная на события и время ( <a href="#">17126435</a> ) Перспективная память ( <a href="#">12667527</a> ) Преднамеренное забывание ( <a href="#">17617657</a> )
5	[-20 -35 55]	Левое полушарие, теменная доля, подкорка, белое вещество ->[-20 -40 58] Поле Бродмана 40 Левое полушарие, теменная доля, подкорка, серое вещество	
6	[10 -45 55]	Правое полушарие, теменная доля, предклинье, белое вещество ->[10 -47 55] Поле Бродмана 7 Правое полушарие, теменная доля, предклинье, серое вещество	
7	[25 20 60]	Правое полушарие, лобная доля,	

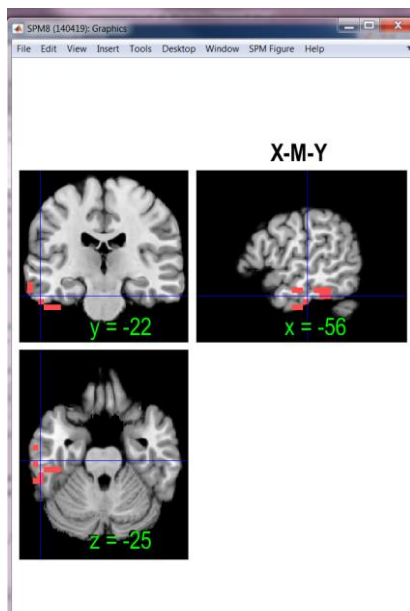
	средняя лобная извилина, белое вещество -> [22 28 56] Поле Бродмана 8 Правое полушарие, лобная доля, верхняя лобная извилина, серое вещество	
--	---	--

Приложение 2. Продолжение.

Обнаружен отрицательный «эффект а».

№	Координата центра кластера	Наименование зоны	Интерпретация
1	[-15 25 -20]	Поле Бродмана 47 Левое полушарие, лобная доля, нижняя лобная извилина, серое вещество	<p>Аналогично отрицательному «эффекту а» в гамма-диапазоне.</p> <p>ПБ47 обращается к рабочей памяти (12457762, 8134340) и эпизодическая долговременной памяти (12457762)</p> <p>ПБ47 участвует в некоторых явно эмоционально связанных действиях, что может быть выражено при формировании реакции</p> <p>Например:</p> <p>неблагоприятном эмоциональном торможении</p> <p><a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12135962">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12135962</a> ,</p> <p>Поведенческое и моторное торможение <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16420462">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16420462</a>, <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15827569">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15827569</a> ).</p> <p>ПБ47 участвует в присвоение намерения другим (<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10679187">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10679187</a> ), что может быть в нашем случае быть присвоено определенному типу лиц и уже после этого зона ПБ47 активизируется при принятии решений (включая конфликт и вознаграждение <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10516320">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10516320</a> )</p>

## Приложение 2. Продолжение.



«Эффект b» в тета-диапазоне не обнаружен.

«Эффект ab» в тета-диапазоне.

Обнаружен положительный «эффект ab».

№	Координата центра кластера	Наименование зоны	Интерпретация
1	[-55 -20 -30]	<p>Левое полушарие, височная доля, нижняя височная извилина, белое вещество -&gt; [-54 -27 -29]</p> <p>Поле Бродмана 20</p> <p>Левое полушарие, височная доля, нижняя височная извилина, серое вещество</p>	<p>Связана с областью Вернике. Присвоение намерений другим.</p> <p>ПБ20 - часть веретенообразной извилины, также участвует в некоторых видах обработки: в интеграции визуальных элементов в перцептивные целые (отдельные объекты), т.е. при восприятии лиц происходит интеграция визуальных элементов в перцептивные целые. Участие ПБ20 в «присвоении намерений» кажется маргинальным. Но можно предположить, что определенный тип лица наделяется какими-то</p>

			ассоциациями (диапазон альфа, воспоминания о болях и удовольствиях) и наделяется это лицо какими-то намерениями – из всех этих предпосылок и формируется решение – атаковать, подружиться или избежать. <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10679187">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10679187</a>
2	[50 -75 -5]	Поле Бродмана 19 Левое полушарие, затылочная доля, средняя затылочная извилина, серое вещество	<p>Several visual functions found in ПБ18 are also observed in ПБ19; or, more exactly, in several visual functions (e.g., detection of light intensity, feature attention, detection of patterns, etc.) ПБ18 and ПБ19 are simultaneously activated, suggesting that they participate in a common brain network. In some other visual functions (e.g., spatial working memory; “where is it?”, that is, stimulus localization) only ПБ19 is active. It is interesting to emphasize that, ПБ19 participates in some language related functions, in particular processing phonological properties of written words (fusiform gyrus), confrontation naming (ПБ18/ПБ19/ПБ37 plus the inferior frontal gyrus) and sign language (ПБ37/ПБ19).</p> <p>Визуальная распознавание памяти (15156146)  Кодирование слов и лиц (?) (11522964)  Ассоциация имени лица (справа) (11257289)  Визуальные ментальные образы (11958963)  Логически выведенные суждения (слева) (8541472)  Визуальные ментальные образы (слева) (9117371)  При активизации ПБ19 происходит уделение внимания предъявленным стимулам (<a href="http://www.fmriconsulting.com/brodmann/BA19.html">http://www.fmriconsulting.com/brodmann/BA19.html</a>)</p>

			визуальное распознавание памяти(15156146) – бессознательная память на предъявляемые лица кодирование слов и лиц – что является первым шагом в формировании следа памяти. (11522964)
--	--	--	--

### Приложение 3

*Анкета перед фоном для женщин*

Все данные строго конфиденциальны.

Фамилия \_\_\_\_\_ Имя \_\_\_\_\_ Возраст \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_ Пол: Ж

1. Пили ли Вы сегодня кофе или крепкий чай?  
 Нет Да – пожалуйста, напишите, сколько времени назад \_\_\_\_\_ и в каком количестве \_\_\_\_\_
2. Курите ли Вы?  
 Нет Да – пожалуйста, напишите, когда курили последний раз \_\_\_\_\_ назад
3. Употребляли ли Вы накануне алкоголь?  
 Нет Да – пожалуйста, напишите: когда \_\_\_\_\_, и в каком количестве:  
а) много б) средняя ваша норма в) немного
4. Применяли ли Вы сегодня или накануне какие-либо психотропные препараты, транквилизаторы, или аналоги димедрола?  
 Нет Да – пожалуйста, опишите когда это было \_\_\_\_\_
5. Вы проснулись сегодня: а) отдохнувшим б) усталым в) не могу определить
6. Как спали сегодня: а) как обычно б) хуже, чем обычно в) не могу определить
7. Страдаете ли вы бессонницей?  Нет Да
8. Есть ли у Вас какие-нибудь заболевания, психические и физические недостатки или нарушения здоровья?  
 Нет Да – пожалуйста, опишите \_\_\_\_\_
9. Занимаетесь ли Вы йогой или другими практиками, аутотренингами и т.д. связанными с концентрацией внимания?  
 Нет Да – пожалуйста, опишите \_\_\_\_\_
10. Есть ли у Вас месячные или предменструальный синдром на данный момент?  
 Нет Да  
Период менструального цикла:  
 Начало (1-я неделя)  
 Середина (2-я неделя)  
 Середина (3-я неделя)  
 Конец (4-я неделя)
11. Применяете ли вы гормональные контрацептивы?  
 Нет Да

## Приложение 4

### *Анкета перед фоном для мужчин*

Все данные строго конфиденциальны.

Фамилия \_\_\_\_\_ Имя \_\_\_\_\_ Возраст \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_ Пол: Ж

1. Пили ли Вы сегодня кофе или крепкий чай?

Нет Да – пожалуйста, напишите, сколько времени назад \_\_\_\_\_ и в каком количестве \_\_\_\_\_

2. Курите ли Вы?

Нет Да – пожалуйста, напишите, когда курили последний раз \_\_\_\_\_ назад

3. Употребляли ли Вы накануне алкоголь?

Нет Да – пожалуйста, напишите: когда \_\_\_\_\_, и в каком количестве:

а) много б) средняя ваша норма в) немного

4. Применяли ли Вы сегодня или накануне какие-либо психотропные препараты, транквилизаторы, или аналоги димедрола?

Нет Да – пожалуйста, опишите когда это было \_\_\_\_\_

5. Вы проснулись сегодня: а) отдохнувшим б) усталым в) не могу определить

6. Как спали сегодня: а) как обычно б) хуже, чем обычно в) не могу определить

7. Страдаете ли вы бессонницей?  Нет Да

8. Есть ли у Вас какие-нибудь заболевания, психические и физические недостатки или нарушения здоровья?  Нет Да – пожалуйста, опишите

9. Занимаетесь ли Вы йогой или другими практиками, аутотренингами и т.д. связанными с концентрацией внимания?

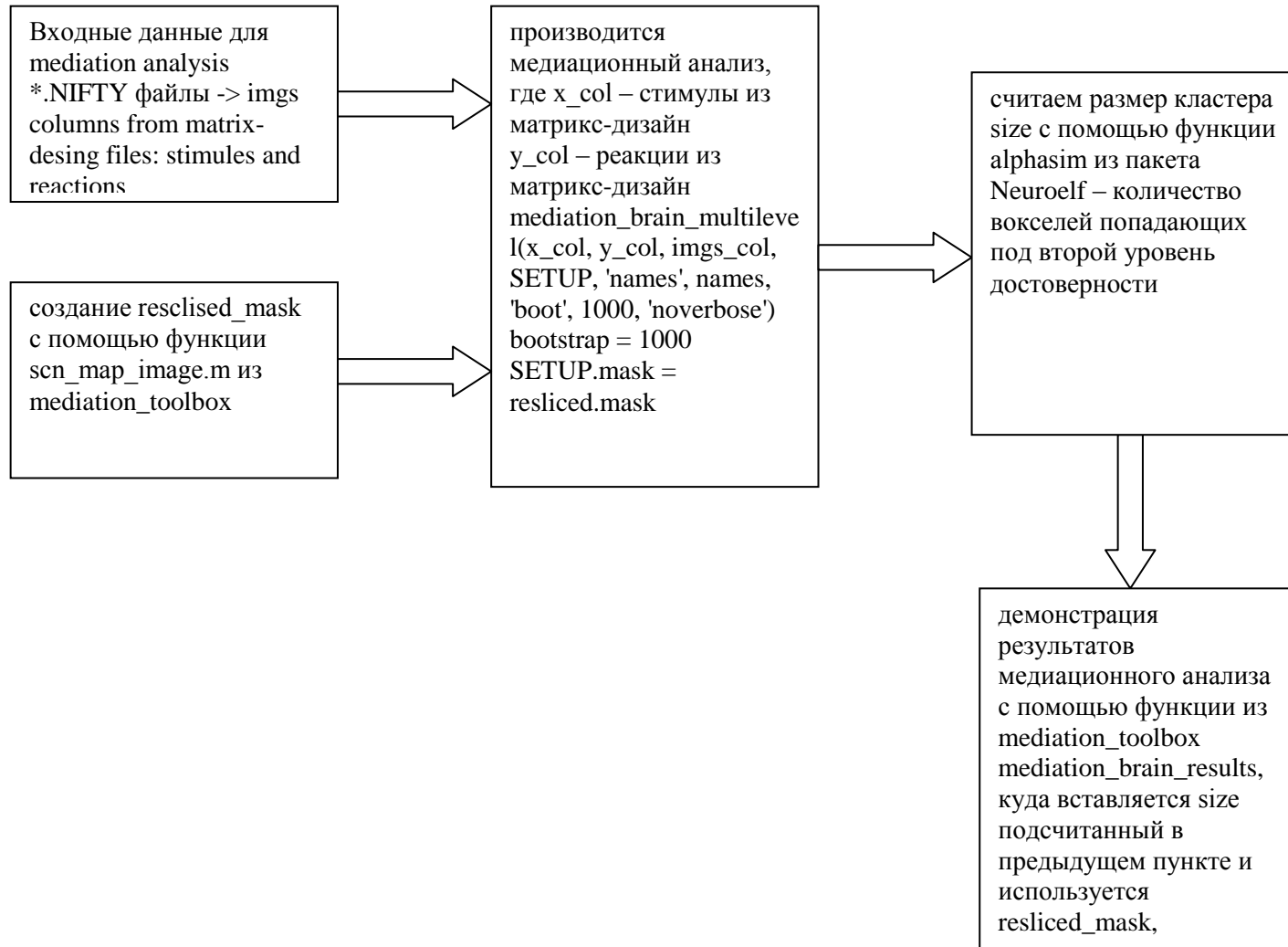
Нет Да – пожалуйста, опишите

---



## Приложение 5

### Информационная карта медиационного анализа



**Приложение 6.**

№ п/п	Наименование сценария	Назначение и описание применения	Примечание
1	Interpolation.m	<p>Групповая обработка файлов (*open.set и *close.set) из поддиректорий корневой директории. Для каждого обрабатываемого файла производится интерполяция указанного при вводе канала, координаты которого определяются по файлу, указываемому пользователем. Файлы с введенным каналом сохраняются в создаваемой в корневой директории папке «INTERPOLATED».</p> <p>По запуску запрашивается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- корневая директория</li> <li>-- имя интерполируемого канала</li> <li>-- файл, содержащий информацию о координатах интерполируемого канала.</li> </ul> <p>Диагностическое сообщение и выход предъявляются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В случае отсутствия имени указанного пользователя канала в файле.</li> <li>2. В случае отсутствия введения имени корневой директории.</li> </ol>	Интерполировались каналы Cz и Frz

**Приложение 6. Продолжение.**

№ п/п	Наименование сценария	Назначение и описание применения	Примечание
2	channels_unification_close_open.m	<p>Групповая обработка файлов (*open.set и *close.set) из поддиректорий корневой директории записанных с одного прибора для унификации их с файлом, записанным с другого прибора. Для каждого обрабатываемого файла производится удаление каналов, не совпадающих с образцовым файлом, указанным при вводе пользователем. Также производится общий порядок наименований каналов, где за образец порядка каналов берется образцовый файл. Унифицированные файлы сохраняются в создаваемой в корневой директории папке «UNI».</p> <p>По запуску запрашивается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- корневая директория, в которой будет производиться унифицирование</li> <li>-- образцовый файл (требуемый порядок каналов)</li> <li>-- файл, который будет унифицироваться</li> <li>-- число директорий для унификации (0 – все директории).</li> </ul> <p>Диагностическое сообщение и выход предьявляются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В случае отсутствия введения имени корневой директории.</li> <li>2. В случае отсутствия введения имени образцового файла.</li> <li>3. В случае отсутствия введения имени файла для унификации.</li> <li>4. В случае отсутствия введения числа директорий для обработки.</li> </ol>	<p>Унификация проводилась для записей с приборов Neuroscan и BrainProduct</p>

**Приложение 6. Продолжение.**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование сценария</b>	<b>Назначение и описание применения</b>	<b>Примечание</b>
3	Create_save_study.m	<p>Создание STUDY из файлов (*open.set и *close.set) из поддиректорий корневой директории с определенными группами (аллелями) и conditions. STUDY сохраняется в корневой директории папке с названием STUDY.</p> <p>По запуску запрашивается:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-- корневая директория</li><li>-- число директорий для создания STUDY (0 – все директории).</li></ul> <p>Диагностическое сообщение и выход предъвляются:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. В случае отсутствия введения имени корневой директории.</li><li>2. В случае отсутствия введения числа директорий для создания STUDY.</li></ol>	

**Приложение 6. Продолжение.**

№ п/п	Наименование сценария	Назначение и описание применения	Примечание
4	anovan_fdr_spec_freq_cond_group.m	<p>Работа со STUDY.</p> <p>Просчет в study достоверности спектральной плотности мощности с помощью функции anovan с поправкой на множественное тестирование fdr для group и conditions и отрисовка топографических голов с разной подсветкой – в зависимости от достоверности различий. Отрисовывает лишь те «головы», где есть хоть одно достоверное различие.</p> <p>По запуску запрашивается:</p> <p>-- STUDY, в котором будет проводиться статистический анализ.</p> <p>Диагностическое сообщение и выход предьявляются:</p> <p>1. В случае превышающей предельное значение 45Гц – и границы частоты при загруженном STUDY.</p>	

**Приложение 6. Продолжение.**

№ п/п	Наименование сценария	Назначение и описание применения	Примечание
5	order_LL_LS_SS.m	<p>Создание в корневой папке подпапок, соответствующим определенным критериям. В данном случае – подпапки по аллелям LS, LL, SS. Перемещение файлов из корневой директории в созданные поддиректории и разделение первоначального материала по поддиректориям, где в качестве критерия разделения могут выступать различные параметры, не обязательно аллели, как в данном случае.</p> <p>По запуску запрашивается: -- корневая директория, в которой будет производится разделение на поддиректории по заданным параметрам.</p> <p>Диагностическое сообщение и выход предьявляются: В случае отсутствия введения имени корневой директории.</p>	
6	rename.m	<p>Групповое переименование файлов 'UNI_..._.set' из поддиректорий корневой директории в '..._.set' в поддиректориях корневой директории.</p> <p>По запуску запрашивается: -- корневая директория -- число директорий для переименования (0 – все директории).</p> <p>Диагностическое сообщение и выход предьявляются: 1. В случае отсутствия введения имени корневой директории. 2. В случае отсутствия введения числа директорий для переименования.</p>	Удаление первых нескольких букв в имени файла

Приложение 6. Продолжение.

№ п/п	Наименование сценария	Назначение и описание применения	Примечание
7	renameVOLF.m	<p>Групповое переименование файлов '..._clean.fdt' и '..._clean.set' из поддиректорий корневой директории в '..._close.fdt' и '..._close.set' в поддиректориях корневой директории. Каждый файл со старым именем удаляется безвозвратно и на его место записывается файл под новым именем.</p> <p>По запуску запрашивается:</p> <p>-- корневая директория</p> <p>-- число директорий для переименования (0 – все директории).</p> <p>Диагностическое сообщение и выход предъясняются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В случае отсутствия введения имени корневой директории.</li> <li>2. В случае отсутствия введения числа директорий для переименования.</li> </ol>	<p>Renames files</p> <p>'..._clean.fdt' to</p> <p>'..._close.fdt'</p> <p>'..._clean.set' to</p> <p>'..._close.set'</p> <p>'BE CAREFUL!'</p> <p>PROGRAM WILL</p> <p>WORK UP FILES IN</p> <p>SUBDIRS OF THE</p> <p>ROOT</p> <p>DIRECTORY!' ...</p> <p>' ALL FILES</p> <p>(EXCEPT *clean.set)</p> <p>WILL BE</p> <p>DELETED!!</p> <p>*clean.set FILES</p> <p>WILL BE</p> <p>RENAMED IN</p> <p>*close.set FILES'</p>

**Приложение 6. Продолжение.**

№ п/п	Наименование сценария	Назначение и описание применения	Примечание
8	inspect_files_for_chaneel_number.m	<p>Групповая обработка файлов (*open.set и *close.set) из поддиректорий корневой директории. Для каждого обрабатываемого файла производится определение числа каналов и выводится на экран эта цифра с именем файла, в котором производилось определение количества каналов.</p> <p>По запуску запрашивается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- корневая директория</li> <li>-- число поддиректорий для определения количества каналов в них. (0 – все директории).</li> </ul> <p>Диагностическое сообщение и выход предьявляются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В случае отсутствия введения имени корневой директории.</li> <li>2. В случае отсутствия введения числа поддиректорий для определения количества каналов в них.</li> </ol>	



**Приложение 6. Продолжение.**

№ п/п	Наименование сценария	Назначение и описание применения	Примечание
9	check_channels_unification_close_open.m	<p>Групповая обработка файлов (*open.set и *close.set) из поддиректорий корневой директории. Для каждого обрабатываемого файла производится отрисовка на экране имен каналов в файле, название которого тоже отображается на экране.</p> <p>По запуску запрашивается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-- корневая директория</li> <li>-- число поддиректорий для отрисовки имен каналов. (0 – все директории).</li> </ul> <p>Диагностическое сообщение и выход предьявляются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В случае отсутствия введения имени корневой директории.</li> <li>2. В случае отсутствия введения числа поддиректорий для отрисовки каналов.</li> </ol>	
10	dpp_mean_spec.m	<p>Производится высчитывание квадрата среднего значения спектральной плотности мощности. Это производится в случае записи EEG dataset с различных приборов для понимания необходимости их калибровки.</p>	<p>Локальная функция dpp – Differential PsychoPhysiology</p>

**Приложение 6. Окончание.**

№ п/п	Наименование сценария	Назначение и описание применения	Примечание
11	dpp_getuni.m	Создание общего листа для унификации каналов с двух разных приборов.	Локальная функция dpp – Differential PsychoPhysiology
12	dpp_statcond.m	Подправленный вариант statcond с устранением неполадки в одной из «заплаток».	Локальная функция dpp – Differential PsychoPhysiology
13	matrix_design_dat_order_trials.m, matrix_design_html_order_trials.m	<p>Групповая обработка файлов-протоколов (*.dat и *.html) из поддиректорий корневой директории. Для каждого обрабатываемого файла производится построение матрикс-дизайна, который представляет из себя таблицу, в строчках которой указываются трайлы-эпохи, а в столбцах: 'TrialNumber', 'FaceType (Angry - 3, Happy - 1, Neutral - 2)', 'FaceGender (Male - 1, Female - 2)', 'Reaction (Attack - 3, Neutral - 2, Relate - 1)', 'Latency.</p> <p>Матрикс-дизайн сохраняется в корневой директории design_matrix.mat. Так же производится добавление строчек в файл с конца имеющихся по номеру эпох-трайлов.</p> <p>По запуску запрашивается: -- корневая директория.</p> <p>Диагностическое сообщение и выход предьявляются: 1. В случае отказа введения корневой директории.</p>	Количество эпох, до которых достраиваются все матрикс-дизайны равно 60.

## Приложение 7.

### *Демонстрация функции `mediation_brain_results`*

```
[clpos, clneg, clpos_data, clneg_data, clpos_data2, clneg_data2] = mediation_brain_results(meth, varargin)
```

This is a results-printing utility that will get thresholded results from three types of specialized analysis directories: M3 (mediation), robust regression, and igls\_brain analysis directories.

Features are:

- Flexibly specify height and extent thresholds
- Optional FDR correction
- Multiple thresholds: Default is 3 thresholds, which can be 'pruned' to show only voxels contiguous with those that pass the most stringent threshold
- Can input mask at results stage. This mask will be automatically resliced to the image space.
- Optional printing of tables
- Optional saving of figures to disk
- Orthviews display
- Optional slice montages with 'slices'
- Extracts data from clusters, and returns clusters for positive and negative effects in clusters structure
- Clusters can be easily passed to other functions to render surface figures and other results:
  - a. Pass to `mediation_brain_surface_figs` or `cluster_surf` for surface rendering
  - b. Pass to `cluster_orthviews` for orthviews display
  - c. Pass data in `cl(x).timeseries` to `mediation.m` for detailed follow-up mediation analyses, mediation plots, and multiple-mediator analyses
- Called by `mediation_brain_results_all_script`, which is a batch mode for this function.

by Tor Wager, Feb 2007

Optional arguments and methods

- 
- Optional arguments are entered as keyword/value pairs, e.g., the string specifying a keyword (e.g., 'mask') followed by the name of the mask as the next argument.
  - Many of the options below are single-keyword options; just enter the string as an optional argument. These control which specific images/effects in the analysis directories `mediation_brain_results` uses.

## Приложение 7. Продолжение.

Mediation toolbox methods

```
-----  
case 'all'  
Do each eligible mediation results image in current directory  
on separate orthviews  
Clusters are returned for the LAST image  
  
% case {'xy', 'c', 'total'}  
Total effect  
pname = 'X-Y_total_pvals.img'; effname = 'X-Y_total_effect.img';  
  
case {'xydirect', 'c', 'direct'}  
Direct effect  
pname = 'X-Y_direct_pvals.img'; effname = 'X-Y_direct_effect.img';  
  
case {'xm', 'a', 'x2m', 'xtom'}  
A path  
pname = 'X-M_pvals.img'; effname = 'X-M_effect.img';  
  
case {'xmy', 'ab', 'mediation'}  
Indirect effect (mediation)  
pname = 'X-M-Y_pvals.img'; effname = 'X-M-Y_effect.img';  
  
case {'my', 'b'} {'xmy', 'ab', 'mediation'}  
B path  
pname = 'M-Y_pvals.img'; effname = 'M-Y_effect.img';  
  
case 'l2mod'  
Second-level moderators  
Show all paths for first L2 moderator.  
  
case 'al2mod'  
pname = 'ap_L2mod.img'; effname = 'a_L2mod.img';  
Z_descrip2 = 'Level 2 moderator of a path';  
  
case 'bl2mod'  
pname = 'bp_L2mod.img'; effname = 'b_L2mod.img';  
Z_descrip2 = 'Level 2 moderator of b path';  
  
case 'abl2mod'  
pname = 'abp_L2mod.img'; effname = 'ab_L2mod.img';  
Z_descrip2 = 'Level 2 moderator of ab effect';
```

## Приложение 7. Продолжение.

Robust regression toolbox methods

-----

```
case 'rob0'
robust results intercept

case 'rob1'
robust results covariate 1

case {'rob' 'robfit'}
robust results, intercept + all valid covariates in directory
```

IGLS toolbox methods

-----

```
case 'igls'
[pname, effname, nimgs] = draw_underlay_images_igls(overlay, doconj);

case 'igls slope'
pname = 'slope_p.img';
effname = 'slope_b.img';
Z_descrip2 = 'IGLS fixed effect of slope (group).';

case 'igls rfx'
pname = 'slope_LRTrfxvar_p.img';
effname = 'slope_rfxvar_b.img';
Z_descrip2 = 'IGLS random effect of slope (indiv diffs).';

case 'igls cov slope'
pname = 'cov_slope_p.img';
effname = 'cov_slope_b.img';
Z_descrip2 = 'IGLS fixed effect of covariate (2nd level, indiv diffs).';

case 'igls cov intercept'
pname = 'cov_int_p.img';
effname = 'cov_int_b.img';
Z_descrip2 = 'IGLS fixed effect of covariate (2nd level, indiv diffs).';
```

## Приложение 7. Продолжение.

OTHER OPTIONAL INPUTS

```
case 'subclusters', dosubclusters = 1;
case 'dosubclusters' dosubclusters = varargin{i+1};

additional options
-----
case 'prune', pruneopt = 'prune';
case 'add', addopt = 'add';

case 'thresh', thresh = varargin{i+1};
case 'size', szthresh = varargin{i+1};

case 'overlay', overlay = varargin{i+1}; varargin{i+1} = [];
case 'mergeclusters', domergeclusters = varargin{i+1};
case 'poscolors', poscolors = varargin{i+1};
case 'negcolors', negcolors = varargin{i+1};

case {'conj', 'conjunction'}, doconj = 1; Conjunction across images
of interest

case 'tables'
prints tables of clpos_data and clneg_data if requested
with partial correlations between brain and y (**M searchonly!**)

case 'slices'
Show montages of axial, coronal, and sagittal slices of results

case 'show centers only'
with slices, show montage for slices with cls only (using
cluster_orthviews_showcenters) - this is good if there are only a few
clusters. otherwise, use slices, which shows a fixed number of slices
(good for when there are many many clusters)

case 'whitebackground'
Orthviews will have white background

case 'names'
name clusters one-by-one before returning cluster/table output

case 'save'
save output in a text file in the current directory

case 'subclusters', dosubclusters = 1;
case 'dosubclusters', dosubclusters = varargin{i+1};
Separate contiguous clusters into sub-clusters around local maxima
(useful for tables)
```

## Приложение 7. Продолжение.

```
case 'handle_offset', handle_offset = varargin{i+1};
Show results on different orthviews axis than main one
Useful for displaying multiple sets of results side by side

data extraction
-----
...is done automatically IF the following conditions are met:
1) in valid mediation directory containing mediation_SETUP.mat
2) which contains a SETUP variable
3) with valid image file names in SETUP.X / Y / or M

Examples:
-----
[clpos, clneg, clpos_data, clneg_data] = ...
mediation_brain_results('all', 'thresh', [.005 .01 .05], 'size', [5 10 10]);

For roffit directory, covariate 1:
[clpos, clneg, clpos_data, clneg_data] = mediation_brain_results('robl', 'thresh', [.005 .01 .05], 'size', [3 1 1], 'prune', 'overlay', EXPT.overlay);

To make tables after already having clusters:
cluster_table(clpos_data, 1, 0, 'num_sig_voxels')

Thresholding with FDR
[clpos, clneg, clpos_data, clneg_data] = mediation_brain_results('all', 'thresh', [Inf .005 .01], 'size', [1 3 10], 'fdrthresh', .05, 'overlay',
overlay, 'prune', 'conj');

Display results and set up interactive viewing plots:
mediation_results_interactive_view_init

[clpos, clneg, clpos_data, clneg_data] = mediation_brain_results('all', 'thresh', [.005 .05 .05], 'size', [1 5 10], 'fdrthresh', .05, 'overlay',
overlay, 'prune');
iv = InteractiveViewer(args{:}, 'UseExistingGraphicsWindow', 1, 'LoadDataOnDemand', 1, 'IVOobserver', mediationIVOobserver('X', X, 'Y', Y));

Then get all data and re-plot manually for selected voxel:
vox_data = cell(1, length(X));
for i = 1:length(X), vox_data{i} = getDataVolProp(iv, i, 'Ts'); end
[paths, stats2, wistats] = mediation(X, Y, vox_data, 'boot',
'bootsamples', 10000, 'plots', 'verbose');

OR re-run, changing scaling:
load mediation_SETUP
for i = 1:N, Xcentered{i} = scale(SETUP.data.X{i}, 1); Yzscore{i} = scale(SETUP.data.Y{i}); end
[paths, stats, wistats] = mediation(Xcentered, Yzscore, stats.inputOptions.M, 'boot', 'plots', 'verbose', 'bootsamples', 10000);
```

## Приложение 7. Окончание.

This example uses FDR correction across a set of images  
It also makes tables and saves clusters and figures of slices  
automatically.

```
SETUP = mediation_brain_corrected_threshold('fdr');  
[clp, cln, clpp, clnn] = mediation_brain_results('b', 'thresh', ...  
SETUP.fdr_p_thresh, 'size', 1, 'overlay', overlay, 'mask', mask, ...  
'slices', 'tables', 'names', 'save');
```

Enter a mask at the results stage:

This mask will be automatically resliced to the image space.

```
[clpos, clneg, clpos_data, clneg_data, clpos_data2, clneg_data2] = mediation_brain_results('xmy', 'tables', 'mask', which('brainmask.nii'));
```



## Приложение 8.

### *Демонстрация функции mediation\_brain\_multilevel*

```
mediation_brain_multilevel(X, Y, M, SETUP, [mediation optional inputs])
```

Multilevel mediation on a set of brain images

Inputs

-----

```
X      data matrix of t timepoints x N subjects
Y      outcome variable; data matrix of t timepoints x N subjects
M      mediating variable; data matrix of t timepoints x N subjects
```

SETUP.(fields)

```
.mask      name of mask image
.preprocX  flag for whether to HP filter X data
.preprocY  flag for whether to HP filter Y data
.preprocM  flag for whether to HP filter M data

.TR        repetition time of volume (image) acquisition
.HPlength  high-pass filter length, in s
.scans_per_session vector of # volumes in each run, e.g., [128 128 128 128 128]
.dummyscans indices of images in each run that will be modeled
           with separate dummy variables
```

mediation OPTIONAL INPUTS:

```
Any of the options in mediation.m
i.e., 'L2M' followed by data for a level-2 moderator variable, to
include the 2nd-level moderation maps, or 'covs' followed by
covariates
Type "help mediation" at the matlab prompt for more details.
```

To add covariates:

```
mediation_brain_multilevel( ... , 'covs', {subj1covmatrix subj2covmatrix ... subjncovmatrix})
```

Other OPTIONAL INPUTS:

```
'nopreproc' to skip preprocessing (i.e., for trial-level inputs)
'custompreproc', followed by custom preprocessing handle
```

Tor Wager, Oct 2007

Updated Jan 2010 to add search for X and Y

## Приложение 8. Окончание.

Examples:

```
mediation_brain_multilevel(tempvec, rating_events, trial_mags, struct('mask', '/Volumes/SCNBeta/IMAGING_DATA/NSF/brainmask.img'), 'boot', 'nopreproc')
mediation_brain_multilevel(tempvec, rating_events, trial_mags, struct('mask', '/Volumes/SCNBeta/IMAGING_DATA/NSF/brainmask.img', 'startslice', 3),
'boot', 'nopreproc')
mediation_brain_multilevel(tempvec, rating_events, trial_mags, struct('mask', 'mask.img', 'startslice', 10), 'boot', 'nopreproc')
```

Temporary example:

```
CHeck input images for NSF1 study
imgs = trial_mags{1}(2,:); for i = 2:length(trial_mags), imgs = char(imgs, trial_mags{i}(2,:)); end
spm_check_registration(imgs);
spm_orthviews('Window', 1:length(trial_mags), [-20 20])
```

Another example: Take existing mediation directory and use it to run a new one.

```
load mediation_SETUP
cd ..
mkdir Multilev_mediation-try3_10k
cd Multilev_mediation-try3_10k/
mediation_brain_multilevel(SETUP.data.X, SETUP.data.Y, SETUP.data.M, struct('mask', spm_get(1), 'startslice', 7), 'boot', 'nopreproc', 'bootsamples',
10000);
```

Analysis with custom "preprocessing" : conversion to z-scores within each subject:

```
mediation_brain_multilevel(SETUP.data.X, SETUP.data.Y, SETUP.data.M,
struct('mask', spm_get(1), 'startslice', 7, 'preprocX', 1, 'preprocY', 1,
'preprocM', 1), 'boot', 'custompreproc',
@(data)scale(data), 'bootsamples', 10000);
```

Приложение 9.

*Акт о внедрении НГУ*



**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор НГУ  
академик РАН

  
Федорук М.П.

**АКТ**

*о внедрении результатов кандидатской диссертации  
Меркуловой Екатерины Алексеевны  
в учебный процесс федерального бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования «Новосибирский национальный  
исследовательский государственный университет» (НГУ)*

Комиссия в составе представителей Высшего колледжа информатики и Факультета информационных технологий НГУ – д-ра техн. наук, зав. кафедрой естественнонаучных дисциплин ВКИ НГУ Назарова А. Д., д-ра филос. наук, профессора ФИТ НГУ Савостьянова А. Н., канд. физ.-мат. наук, доцента ВКИ НГУ Козулина И. А., составила настоящий акт о том, что набор MATLAB-скриптов групповой обработки файлов, разработанный для анализа ЭЭГ-данных и исследования эффекта опосредования, созданный в рамках кандидатской диссертации младшего научного сотрудника НИИ ФФМ Меркуловой Екатерины Алексеевны, внедрен в учебный процесс и использован студентами ВКИ и ФИТ НГУ при выполнении бакалаврских и магистерских дипломных работ.

**Представители ФИТ НГУ**

Декан ФИТ НГУ,  
д. ф.-м. н., проф.

  
Лаврентьев М. М.

д-р филос. наук, профессор  
ФИТ НГУ

  
Савостьянов А. Н.

**Представители ВКИ НГУ**


Директор ВКИ НГУ

  
Окунев А. Г.

д-р техн. наук, зав. кафедрой  
естественнонаучных дисциплин  
ВКИ НГУ

  
Назаров А. Д.

канд. физ.-мат. наук,  
доцент ВКИ НГУ

  
Козулина И. А.

Приложение 10.

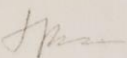
Акт о внедрении **НИИ НИФФМ**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор НИИФФМ  
академик РАН  
Афтанас Л. И.

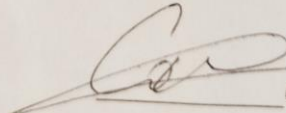
**АКТ**  
об использовании результатов кандидатской диссертации  
Меркуловой Екатерины Алексеевны

Комиссия в составе представителей Научно-исследовательского института физиологии и фундаментальной медицины (НИИФФМ) – зав. лабораторией дифференциальной психофизиологии, д-ра биол. наук Князева Г. Г., вед. научн. сотрудника, д-ра филос. наук Савостьянова А. Н., ст. научн. сотрудника, канд. биол. наук Приводновой Е. Ю., составила настоящий акт о том, что набор MATLAB-скриптов групповой обработки файлов, разработанный мл. научн. сотрудником Меркуловой Екатериной Алексеевной для анализа ЭЭГ-данных и исследования эффекта опосредования, использован сотрудниками НИИФФМ при выполнении работ по грантам 17-18-01019 (РНФ), 18-00-00939 (РФФИ) и 19-415-543009 (грант РФФИ и Правительства Новосибирской области).

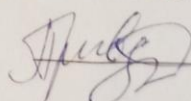
**Представители НИИФФМ**  
зав. лабораторией  
дифференциальной психофизиологии,  
д-р биол. наук

  
Князев Г. Г.

вед. научн. сотрудник лаборатории  
дифференциальной психологии,  
д-р филос. наук,  
канд. биол. наук

  
Савостьянов А. Н.

ст. научн. сотрудник лаборатории  
физиологии когнитивной деятельности  
канд. биол. наук

  
Приводнова Е. Ю.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА снятия и обработки ЭЭГ-данных

