

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ И
ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ»

На правах рукописи

ПЫЛКОВА ЛЮДМИЛА ВЛАДИМИРОВНА

**ВЗАИМОСВЯЗЬ СУПЕРФАКТОРОВ ЛИЧНОСТИ
И СПЕКТРАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ТЕТА-ОСЦИЛЛЯЦИЙ МОЗГА
В СИТУАЦИЯХ ВЫБОРА СОЦИАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ**

19.00.02. – психофизиология

Диссертация

на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук, доцент
Князев Геннадий Георгиевич

Новосибирск – 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ КОРРЕЛЯТОВ ЛИЧНОСТИ И СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ	11
1.1. Исследование нейрофизиологических коррелятов суперфакторов Айзенка	16
1.2. Исследование нейрофизиологических коррелятов социального взаимодействия.....	38
1.3. Тета-ритм как коррелят взаимосвязи личности и социального взаимодействия.....	62
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	71
2.1. Испытуемые	71
2.2. Методы исследования	71
2.3. Статистический анализ данных	76
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	78
3.1. Особенности выбора типа поведения у испытуемых с разными личностными особенностями	78
3.2. Связь изменений спектральной мощности тета-ритма и суперфакторов личности при предпочтительных типах поведения.....	82
3.3. Локализация обнаруженных различий в спектральной мощности тета-осцилляций	87
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ.....	92
4.1. Связь суперфакторов личности и выбора поведения	92
4.2. Связь изменений спектральной мощности тета-ритма и суперфакторов личности при предпочтительных типах поведения.....	95
4.3. Локализация обнаруженных эффектов изменения спектральной мощности при предпочтительных типах поведения	97
4.4. Резюме.....	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	105
ВЫВОДЫ.....	107
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	108
ПРИЛОЖЕНИЕ	147

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы

В последние десятилетия в исследованиях личности получены значимые результаты, подтверждающие важность индивидуальных различий в самых разных областях жизни. В результате исследования близнецов продемонстрирован существенный вклад наследственных факторов в формирование личности, влияние которых проявляется уже у новорожденных (Kagan et al., 1999) и сохраняется в поведении в течение всей жизни (Zimbardo, 1990). В лонгитюдных исследованиях личностных особенностей в различных экспериментальных условиях подтверждена стабильность черт личности даже в условиях меняющихся жизненных обстоятельств (Carstensen, 2001; McCrae, 2002; Donnellan, Robins, 2012), а в результате кросс-культурных исследований паттернов поведения взрослых людей (Kagan et al., 1994) сделано заключение о наличии эндогенных оснований личностных черт, с присущими им путями развития. В то же время, эмпирически установлена низкая способность большинства тестов личности предсказывать реальное поведение людей (Mischel, 2009), а также значительное влияние ситуации на поведение (Andersen, Thorpe, 2009; Mischel, Shoda, 1995, 2008; Van Mechelen, 2009). Усиливающиеся тенденции к индивидуализации в современном обществе и повышенный интерес к реализации личного потенциала приводят к необходимости лучшего понимания влияния личностных черт индивида на его поведение в социуме.

Эмпирические данные свидетельствуют о том, что личность представляет собой функцию, определяющую вероятность поведения человека с учетом конкретного контекста (Roberts, 2009) и отражающую как стабильность личности, так и пластичность, проявляющиеся в реальном поведении. Стабильность личности проявляется в типичном поведении – поведенческих тенденциях, определяемых традиционными опросниками личности, основанными на самооценке (Fleeson, Law 2015). Пластичность личности – в том, как человек адаптируется к условиям ситуации,

дисперсию/ковариацию поведения в контексте (Dingemans et al., 2010). Значимость ситуативного контекста для проявления черт личности и недостаточная исследованность соотношения ее стабильности и пластичности определяют все большую актуальность поиска объективных психофизиологических коррелятов личностных черт и поведения, и особенно социального взаимодействия как наиболее важной части жизни человека.

Мнения ряда исследователей сводятся к выделению трех ведущих типов социального взаимодействия, которые можно обобщить как «склонность к отстранению», «склонность к агрессивности», «стремление к установлению контакта/общению» (Симонов, 1970; Kagan, 2001; Cloninger, 1994). Г. Айзенк с коллегами (Eysenck et al., 2000) для трех суперфакторов личности (экстраверсия, нейротизм, психотизм) выделили три основных варианта поведения по отношению к другим людям: стремление к общению, бегство и агрессия, соответственно. В некотором роде эти идеи нашли свое воплощение в индивидуальных измерениях самой популярной в настоящее время модели личности – Большой пятерки: уступчивости, нейротизме и экстраверсии (McCrae, Costa, 2003), а результаты некоторых исследований в целом подтверждают данную связь (Murberg et al., 2002; Penley, Tomaka, 2002; Caspi, Shiner, 2006; Elliot, Thrash, 2010; Worth, Book, 2014). Это означает, что каждый человек, в зависимости от черт его личности, может быть предрасположен к выбору одного из основных типов взаимодействия. Предполагается, что люди предпочитают, например, общение с другими людьми, так как обладают лучшими связанными с общением способностями и поведенческими навыками (способностью понимать смысл и последствия социальной ситуации, а также эмоциональные состояния других людей, различать нюансы вступления в контакт), и подобные «неосознаваемые стратегии черт личности» (Motowidlo et al., 2006) проявляются в автоматических реакциях, которые в данной ситуации наиболее эффективны (Lievens, Motowidlo, 2015). Например, эмпирические данные показывают, что экстраверсия положительно коррелирует с эмоциональным интеллектом (Petrides et al.,

2010). Таким образом, мы предполагаем, что для каждого суперфактора личности существует предпочтительный тип социального взаимодействия, наиболее легкий в связи с конгруэнтностью личностным чертам и проявляющийся в автоматических реакциях.

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

Множество исследований, направленных на изучение психофизиологических механизмов, лежащих в основе социального поведения (Hari, Kujala, 2009; Schultz, 2015), включая восприятие, интерпретацию и формирование ответов на намерения, диспозиции и поведение других (Green et al., 2008) и формирование собственного поведения человека, с применением как ЭЭГ (Cohen et al., 2007, 2009; Zhang et al., 2014), так и фМРТ (Haxby et al., 2002; Maddock et al., 2003) продемонстрировали, что ведущую роль в социальном взаимодействии играют эмоции, которые испытывает сам человек и показывают другие люди.

Многие черты личности имеют четкое эмоциональное и мотивационное ядро, и поэтому могут быть проявлены в соответствующих ситуациях (Allport, 1937; Stemmler, 1997; Coan et al., 2006), предоставляющих контекст для активизации связанных с задачей мотивационных и эмоциональных состояний (Wiedemann et al., 1999; Wacker et al., 2010). В таких ситуациях вероятнее всего обнаружить проявление личностных различий при определении

соответствующего корректного нейрофизиологического коррелята. Существуют данные, подтверждающие, что коррелятом процессов эмоциональной регуляции 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, 1999), в том числе в ответ на эмоциональные выражения лиц (Zhang et al., 2012; Gonzalez-Roldan et al., 2011; Knyazev et al., 2009; Kostandov et al., 2010) и другие эмоциональные стимулы (Aftanas et al., 2002, 2004; Doppelmayr et al., 2002a; Nishitani 2003; Güntekin, Basar, 2009; Gonzalez-Roldan et al., 2011).

Существующие ЭЭГ-исследования суперфакторов личности Айзенка (Eysenck, 1994; Zuckerman et al., 1993; Gale et al., 2001; Разумникова, 2004; Hagemann et al., 2009) и связи осцилляторной активности с личностными чертами в целом (Tran et al., 2006; Jausovec, Jausovec, 2007) преимущественно ориентированы на состояние покоя и сфокусированы на альфа-диапазоне (Tran et al., 2001; Schmidtke, Heller, 2004; Hagemann et al., 2009; Johannisson, 2016). Несмотря на то, что в исследованиях последних лет продемонстрирована связь личностных черт и вызванной тета-синхронизации при восприятии эмоционально значимой информации (Aftanas et al., 2002, 2003a, 2004; Knyazev et al., 2008; Kamarajan et al., 2008; Koehler et al., 2011), практически не исследованной является взаимосвязь личностных черт (в том числе описанных в теории Айзенка) с осцилляторной активностью в тета-диапазоне в ситуациях социального взаимодействия, что определяет актуальность данного исследования. И если особенности динамики мощности в альфа-диапазоне рассматриваются как корреляты личностных различий в покое, то связь личности с предпочтительными типами социального взаимодействия, в котором важную роль играют эмоциональные процессы, предполагается обнаружить в особенностях изменений спектральной мощности тета-осцилляций. Выбор типа поведения, связанного с личностными особенностями, рассматривается как автоматический, что определяет фокус данного исследования на изучении раннего временного

интервала реакции (до 300 мс), соответствующего периоду преимущественно бессознательной обработки информации (Velmans, 1991; Libet, 2006), в том числе эмоциональной, коррелирующей с тета-синхронизацией (Güntekin, Basar, 2009; Knyazev et al., 2009).

Предпочтительный тип социального взаимодействия определяется его конгруэнтностью наиболее выраженным личностным чертам, лучшими способностями и процедурными знаниями, большей эффективностью и легкостью в реализации (Motowidlo et al., 2006; Lievens, Motowidlo 2015). В связи с существующими данными о меньшей активации мозга при решении субъективно несложных задач, в решении которых выработаны определенные стратегии (Neubauer, Fink, 2009), а также уменьшении мощности тета-ритма при нарастании эффективности выполняемого задания, связываемого с освоением знаний/навыков (Klimesch et al., 1999), мы предполагаем, что соответствующий тип социального взаимодействия будет сопровождаться меньшей активацией, а именно меньшей спектральной мощностью осцилляторных ответов в тета-диапазоне.

Цель и задачи исследования

Цель исследования - изучение связи реактивности спектральной мощности в тета-диапазоне и ее корковой локализации с суперфакторами личности Айзенка и выбором типа социального взаимодействия.

Задачи исследования:

1. Исследовать связь суперфакторов личности и предпочтения определенного типа социального взаимодействия в предложенной нами экспериментальной модели.

2. Исследовать особенности изменений спектральной мощности в тета-диапазоне и ее связь с суперфакторами личности при выборе предпочтительного типа социального взаимодействия.

3. Определить локализацию источников обнаруженных изменений спектральной мощности с помощью sLORETA.

Научная новизна исследования

В данной работе в результате исследования осцилляторной активности у испытуемых с разными личностными особенностями в модели ситуаций социального взаимодействия впервые показано, что:

1. Индивиды с высокими оценками по шкале экстраверсии в ситуации выбора предпочтительного для них варианта социального поведения «предложить дружбу» демонстрируют меньшую спектральную мощность в тета-диапазоне в средней лобной и средней височной извилине слева, чем индивиды с низкими оценками.

2. Индивиды с высокими оценками по шкале нейротизма в ситуации выбора варианта социального поведения «избежать контакта» демонстрируют меньшую спектральную мощность в тета-диапазоне в средней лобной извилине справа, чем индивиды с низкими оценками.

3. Индивиды с высокими оценками по шкале психотизма в ситуации выбора предпочтительного для них варианта социального поведения «атаковать» демонстрируют меньшую спектральную мощность в тета-диапазоне в предцентральной и язычной извилине слева, а также в подколенной области передней поясной извилины, чем индивиды с низкими оценками.

Теоретическое и научно-практическое значение работы

Научная значимость результатов исследования заключается в выявлении особенностей изменения спектральной мощности вызванных тета-осцилляций при выборе предпочтительного поведения в качестве психофизиологического коррелята личности при социальном взаимодействии: поведение, конгруэнтное личностным особенностям человека ассоциировано с меньшей активностью мозга (меньшей мощностью связанных с событиями тета-пертурбаций). Это определяет теоретическую значимость результатов исследования в обеспечении лучшего понимания психофизиологических процессов социального поведения. Практическая значимость результатов

состоит в возможности использования выводов исследования в различных сферах жизни человека, связанных с социальной активностью, воспитанием, адаптацией и коррекцией поведения.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Предпочтительный тип социального взаимодействия у испытуемых с высокими оценками суперфакторов личности Айзенка сопровождается меньшей вызванной спектральной мощностью в тета-диапазоне, а ее локализация отражает особенности обработки социально значимых эмоциональных стимулов для каждого суперфактора.

2. Меньшая вызванная спектральная мощность в тета-диапазоне для индивидов с высокими оценками по шкале экстраверсии в ситуации выбора предпочтительного для них варианта социального взаимодействия «предложить дружбу» локализована в средней лобной и средней височной извилине слева, которые связываются с процессами моделирования внутреннего мира и имитационного обучения.

3. Меньшая вызванная спектральная мощность в тета-диапазоне для индивидов с высокими оценками по шкале нейротизма в ситуации выбора варианта социального взаимодействия «избежать контакта» локализована в средней лобной извилине справа и связана с эмоциональной регуляцией.

4. Меньшая синхронизация в тета-диапазоне для индивидов с высокими оценками по шкале психотизма в ситуации выбора предпочтительного для них варианта социального взаимодействия «атаковать» локализована в предцентральной и язычной извилине слева, а также в подколенной области передней поясной извилины, что связывается с процессами эмоциональной оценки стимулов, эмпатии и осуществления когнитивного контроля, нарушение которых ведет к антисоциальному поведению, в том числе повышенной агрессивности.

Апробация работы

По результатам исследования опубликовано пять статей в рецензируемых научных журналах, из них четыре – в международных и одна – в российском.

Основные результаты работы были представлены на трех международных и трех Российских научных мероприятиях: на XII Международной научно-практической конференции «Современная психология: теория и практика» (Москва, 2012), 16-ом мировом конгрессе по психофизиологии Международной организации психофизиологии (Пиза, Италия, 2012), 45-ом собрании Европейского общества мозга и поведения (Мюнхен, Германия, 2013), Всероссийской конференции молодых ученых «Нейробиология интегративных функций мозга» (Санкт-Петербург, 2013), Международной конференции «Нейронауки и благополучие общества: технологические, экономические, биомедицинские и гуманитарные аспекты» (Москва, 2013), 9-ом форуме нейронауки Федерации всех европейских обществ нейронауки (Милан, Италия, 2014).

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 146 страницах, включает 2 таблицы, 14 рисунков, и состоит из введения, обзора литературы, описания методов и результатов исследования, обсуждения результатов, заключения, выводов, списка литературы, включающего 412 работ, и приложения.

Благодарности

Автор выражает благодарность за неоценимую помощь в исследовании коллегам Андрею Викторовичу Бочарову, Ярославу Юрьевичу Слободскому-Плюснину, Надежде Васильевне Дмитриенко и всем участникам исследования.

ГЛАВА 1. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ КОРРЕЛЯТОВ ЛИЧНОСТИ И СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

То, что личность имеет биологические основания, становится очевидно при рассмотрении данных структурной МРТ о связи черт личности с объемом различных областей мозга (Adelstein, et al., 2011; DeYoung et al., 2010). Однако разнообразные, а иногда и противоречивые выводы исследований взаимосвязи личностных различий с активностью мозга делают обобщение данных довольно сложным. Вероятно, это связано с нестабильностью физиологических показателей (Stemmler, 1997), отражающих это взаимодействие или неверным определением индикатора наличия взаимосвязи, так как многие типичные физиологические переменные интегрированы в более крупные органические системы (Stemmler, Wacker, 2010).

В большинстве обзоров физиологических коррелятов личности (Gale, et al., 2001; Hagemann et al., 2009; Minnix, Kline, 2004; Schmidtke, Heller, 2004; Tran et al., 2001, 2006) эта связь рассматривается вне конкретной ситуации (вне взаимодействия личности и ситуации), хотя в многочисленных исследованиях показано, что самоотчеты типичного поведения, отраженные в результатах личностных опросников, слабо коррелируют с фактическим поведением (Mischel, 1990; Raunonen, Ashton, 2001). В таком случае низкий уровень достоверности обнаруженных на данный момент корреляций может быть связан с неучтенным влиянием ситуации.

Предполагается, что биологические теории могут быть уточнены за счет дифференциации систем, лежащих в основе черт, и выделения соответствующих показателей, отражающих специфику этих систем, а также путем анализа мозговой активности людей с разными личностными структурами (различными конфигурациями признаков) с учетом влияния ситуации и ее соотношения с личностью. Таким образом, для реализации поставленных задач при исследовании взаимосвязи осцилляторной активности мозга и личностных суперфакторов в процессе социального

поведения помимо максимальной конкретизации условий ситуации и личностных конструктов, влияющих на поведение, необходимо определить показатель электрической активности, отражающий индивидуальные различия данной взаимосвязи. В связи с этим важно понимать составляющие процесса социального взаимодействия, его частотно-временные характеристики и роль отдельных структур мозга, а также данные о психофизиологических коррелятах личностных различий и активности мозга.

Среди существующих теорий личности наибольшее количество исследований, посвященных поиску биологических основ личностных черт, выполнено в рамках трех: теории Айзенка (Eysenck, 1967), теории Грэя (Gray, 1991) и модели «Большой пятерки» (Costa, McCrae, 1992). Наиболее целостно личность описывают факторные теории, которые все чаще воспринимаются как рассматривающие личность на различных уровнях обобщения. Например, Большая пятерка состоит из пяти личностных факторов, однако их дополнительный анализ привел к двум факторам более высокого порядка – Альфа (Alpha) и Бета (Beta) (Digman, 1997), которые также оказалось возможным обобщить до одного фактора – главного фактора личности (General Personality Factor) (Musek, 2007). В то же время между существующими системами описания личности нет принципиального противоречия: они просто делают упор на различные уровни анализа (Saklofske et. al., 2012). Таким образом, выбор определенной теории позволяет изучать личность на наиболее подходящем уровне в зависимости от цели исследования.

Мнения ряда исследователей сводятся к выделению трех ведущих типов реагирования и взаимодействия: реакция страха и избегание, агрессия и нападение, радость и стремление к взаимодействию. В отечественной психофизиологии второй половины XX века отмечалась склонность меланхолического типа (со слабой нервной системой) к страху, холерического типа (сильного неуравновешенного) – к гневу, сангвиника (сильного, уравновешенного) – к радости, а флегматика к отсутствию выраженных

эмоций (Симонов, 1970). В мировой науке упоминание взаимосвязи эмоционального реагирования, особенностей поведения и типов личности можно отметить у Д. Кагана (Kagan, 2001), выделявшего три врожденные характеристики: боязливость, агрессивность и общительность. Боязливые склонны к отстранению от других людей, агрессивные – к преодолению возникающих проблем и обвинению других, социабельные – открыты миру и готовы к взаимодействию. В модели Р. Клонингера (Cloninger, 1994) отмечаются «тяга к новому», «избегание опасности», «зависимость от вознаграждения».

В своей теории личности Г. Айзенк для трех суперфакторов личности выделял присущие им три паттерна социального поведения. Он говорил о том, что, в конечном счете, личность есть термин, используемый для описания межличностных отношений, и что есть только три основных варианта поведения в ситуации взаимодействия с другими людьми: агрессия и нападение (соответствует шкале психотизма), страх и бегство (для нейротизма) и стремление к общению/кооперация (для экстраверсии) (Eysenck, Wilson, 2000). Результаты исследований связи суперфакторов личности и стратегий поведения в целом противоречивы (Murberg et al., 2002), однако существуют данные, подтверждающие склонность экстравертов к восприятию событий не как угроз, а как сложных задач, и к позитивной оценке ресурсов, необходимых для решения этих задач, в то время, как высокий уровень нейротизма связан с высоким уровнем стресса в ситуациях межличностного взаимодействия, восприятием событий как угрожающих и оценкой ресурсов для выхода из стрессовой ситуации как недостаточных (Penley, Tomaka, 2002). Данная взаимосвязь подтверждается и результатами исследований о том, что экстраверсия, положительная эмоциональность и система поведенческой активации образуют фактор, названный «темпераментом приближения», в то время как нейротизм, негативная эмоциональность и поведенческая система торможения – фактор «темперамент избегания» (Elliot, Thrash, 2010). Также исследования

указывают на связь каждой системы чувствительности к подкреплению с личностными особенностями и с поведением в ответ на сигналы награды или наказания (Caspi, Shiner, 2006). Важно также отметить, что выявлена достоверная связь шкал с выбором ролей в компьютерных играх: для шкалы психотизма характерен выбор роли, связанной с атакой других людей, для экстравертов – роли, связанные с выполнением совместных с другими людьми задач (Worth, Book, 2014).

Теория Айзенка (Eysenck, 1967) выходит за рамки описания и измерения личности и предполагает существование нейрофизиологических основ личности: экстраверсия и нейротизм функционально связываются с двумя нейрофизиологическими системами: неспецифической активации – ретикулярной формации ствола головного мозга (ретикуло-кортикальная цепь контролирует возбуждение коры головного мозга, генерируемое входящими раздражителями) и лимбической системы (ретикуло-лимбическая цепь контролирует ответ на эмоциональные стимулы), соответственно (Eysenck, 1967; Eysenck, 1994). Элементы структуры личности по теории Айзенка расположены иерархически: выделяется три суперфактора – экстраверсия, нейротизм и психотизм, которые являются универсальными и генерализованными уровнями индивидуальности и вмещают в себя многие черты и особенности поведения, определяющие тип личности. То есть каждый из этих суперфакторов состоит из нескольких составных *черт/качеств*, присущих этому типу; *качества* состоят из *привычных реакций*, которые образуются из *специфических реакций*. Суперфактор определяется как нормальное распределение в континууме значений, которые являются непрерывными и определяют диапазон индивидуальных различий внутри данного фактора от минимальной до максимальной проявленности черт. Все три суперфактора ортогональны, а значит, описывают независимые друг от друга особенности (Eysenck, Eysenck, 1975).

Несмотря на наличие противоречивых данных, результаты многочисленных исследований с применением ЭЭГ, МРТ, фМРТ и других

методов подтверждают связь структурных особенностей и активации головного мозга с тремя суперфакторами Айзенка, что определяет особенности восприятия и обработки внешних и внутренних стимулов и организацию соответствующих форм поведения.

Описываемая для экстраверсии большая активность в левой префронтальной коре, классически ассоциирующаяся с положительным аффектом, а для нейротизма – в правой, связанная с отрицательным аффектом (Davidson, 1998; Spielberg, 2008), в сочетании с данными о большей связи ретикулярной формации с областями коры в левом полушарии, а лимбических структур – в правом (Routtenberg, 1968) позволили сделать вывод, что экстраверсия/интроверсия находится под влиянием ретикулярной формации, а нейротизм – лимбической системы. Такой индивидуальный комплекс взаимодействия корково-подкорковых нейронных структур влияет на эмоциональную и когнитивную обработку (Amin et al., 2004; Canli, 2004; Kumari et al., 2004, 2007), что определяет черты поведения для каждого личностного типа (суперфактора), и подтверждает предположения Айзенка о природе экстраверсии и нейротизма.

В последнее время исследователи подчеркивают преимущества типологического подхода, и был достигнут прогресс в выявлении тиражируемой (возобновляемой) и обобщаемой типологии, включающей три основных прототипа личности (Asendorpf, 2006). И, хотя обозначения, которые были даны типам личности, несколько отличались друг от друга в этих исследованиях, прототипы всегда можно было идентифицировать как устойчивые/жизнерадостные, чрезмерно контролирурующие/контролируемые и неподконтрольные. Эти три прототипа по смыслу согласуются с тремя суперфакторами личности Айзенка: экстраверсия (жизнерадостные, активные, общительные), нейротизм (эмоционально лабильные, замкнутые, контролирующие/контролируемые) и психотизм (импульсивные, не склонные к соблюдению социальных норм и правил – неподконтрольные), подтверждая актуальность этой трехфакторной структуры.

Таким образом, теория личности Айзенка имеет несколько важных преимуществ: небольшое количество фундаментальных личностных измерений (факторов), которые могут быть идентифицированы во всех научно обоснованных и эмпирически проверенных системах описания личности (Robinson, 2001); теория Айзенка – единственная система описания личности, в которой оба общепринятых универсальных измерения личности экстраверсия-интроверсия и нейротизм непосредственно связаны с теорией, которая предполагает связь с различиями в активности мозга; является верифицируемой и обеспечена подробно проработанным опросником с доказанной валидностью, получившим поддержку в кросскультурных исследованиях (Barrett et al., 1998); имеет наиболее подробно разработанные положения относительно биологического обоснования личностных черт и объясняет более широкий диапазон результатов психофизиологических исследований (Saggino, 2000), в том числе касательно взаимосвязи трех суперфакторов с электрической активностью головного мозга; суперфакторы Айзенка изначально получены из различий, наблюдаемых между признаками групп, соотносятся с особенностями поведения (в том числе сопоставляются с тремя типами социального взаимодействия) и имеют высокий прогностический потенциал для исследования связи личности и кортикального возбуждения (Block, 2010; Kehoe, et al., 2011), что определяет выбор теории Айзенка в качестве оптимальной для исследования личности в контексте социального взаимодействия.

1.1. Исследование нейрофизиологических коррелятов суперфакторов Айзенка

Теория Айзенка оказала мощный стимулирующий эффект для исследования ЭЭГ и личности, при этом большинство авторов использует опросник Айзенка EPQ (Robinson, 2001). В последние 20 лет связь экстраверсии и/или нейротизма с особенностями активации и взаимодействия различных структур мозга в процессе выполнения широкого спектра

когнитивных и аффективных задач для трехфакторной модели Айзенка и Большой пятерки Коста и МакКрей, между факторами экстраверсия и нейротизм которых существует подтвержденное соответствие (Costa, McCrae, 1995), изучалась с применением как ЭЭГ, так и структурной и функциональной МРТ. В результате проведенных исследований показано, что личностные черты имеют отношение к функционированию и структуре различных областей коры головного мозга и лимбической системы.

1.1.1. Экстраверсия (Экстраверсия - Интроверсия)

Экстраверсия – суперфактор личности, который включает в себя такие черты как общительность, уверенность/ассертивность, напористость, высокий уровень активности и скорости, живость, доминирование, склонность к приключениям, любовь к переменам и риску, беззаботность, добродушие, оптимистичность/преобладание положительных эмоций (Eysenck et. al., 2000). По мнению Айзенка, индивидуальные различия по фактору интроверсия-экстраверсия обусловлены различиями в кортикально-ретикулярной петле, которая модулирует возбуждение и торможение коры (Eysenck, 1967) в ответ на внешнюю стимуляцию.

Интроверты характеризуются более низкими порогами ретикулярной активации и, как ожидается, будут демонстрировать повышенную чувствительность и эффективность обработки сенсорной информации по сравнению с экстравертами. Однако считается, что взаимосвязь между возбудимостью и экстраверсией зависит от умеренного влияния защитного трансмаргинального торможения, которое является защитным механизмом, нарушающим связь между увеличением возбуждения и увеличением силы ответа при более высоких уровнях стимуляции (Eysenck, 1967). Таким образом, при высокой стимуляции экстраверты, как ожидается, проявят более высокую способность к возбуждению, чем интроверты. Предполагается, что интроверты чрезвычайно возбуждены, и поэтому избегают излишней

стимуляции), а экстраверты стремятся компенсировать недостаток активации дополнительной внешней стимуляцией (Айзенк, 1999).

Предположение Айзенка о нейрофизиологических основах экстраверсии и нейротизма было подвергнуто проверке во многих исследованиях, в которых использовалась электроэнцефалография, а так как Айзенк (Eysenck, 1994) предположил, что альфа-активность ЭЭГ является стандартной мерой возбуждения коры головного мозга, уровень кортикального возбуждения измеряли, определяя среднюю абсолютную мощность/средние значения плотности мощности альфа-активности ЭЭГ (колебаний с частотой 8-13 Гц), опираясь на гипотезу о наличии обратной связи между возбуждением коры и альфа-активностью ЭЭГ (Creutzfeldt, 1995).

И хотя недавние исследования показали, что обратная связь между мощностью в альфа-диапазоне и кортикальной активностью не является универсальной, существуют данные, полученные в сочетании ЭЭГ и методов визуализации, что ЭЭГ-мощность альфа-диапазона показывает обратную связь с региональным церебральным кровотоком (rCBF), региональной мозговой метаболической активностью и гемодинамической активностью, когда эти меры записываются в ситуации покоя (Sotero, Trujillo-Barreto, 2008). Таким образом, в ситуации покоя ЭЭГ-альфа может использоваться для индексации активности коры.

В результате анализа нескольких обзоров взаимосвязи ЭЭГ-параметров и экстраверсии (Eysenck, 1994; Gale et al, 2001; Zuckerman et al., 1993) мы видим, что однозначного подтверждения предложенного механизма нет. В нескольких исследованиях подтверждается гипотеза о том, что интроверты выше в кортикальном возбуждении, чем экстраверты, однако в аналогичном числе работ различий не найдено, а еще в трех получены результаты, которые противоречат теории. В обзоре были сделаны выводы о том, что выборки исследований с участием только женщин или с одинаковым количеством испытуемых обоих полов (Zuckerman et al., 1993), а также среда, вызывающая умеренное возбуждение (Gale et al, 2001), в отличие от слабо воздействующей

и высокоинтенсивной среды, наиболее всего способствуют подтверждению предсказаний теории Айзенка. В то же время ряд исследований продемонстрировали повышенную чувствительность интровертов к стимуляции низкого или среднего уровней интенсивности (Siddle et al., 1969, Geen et al., 1985; Stahl, Rammsayer, 2004). Результаты этих исследований встретили множество критики в связи со слишком общим определением понятия «возбуждения коры», что привело к дальнейшей волне изучения мозговой активности и ее взаимосвязи с личностными суперфакторами: при помощи метода вызванных потенциалов, исследования ЭЭГ покоя, исследования межполушарной асимметрии, а также МРТ и фМРТ для определения структурно-функциональных особенностей.

Дальнейшие исследования ЭЭГ подтвердили положительную корреляцию экстраверсии со спонтанной альфа-активностью в покое (Schmidtke, Heller, 2004; Hagemann et al., 2009; Tran et al., 2001, 2006): отмечается большая амплитуда фронтальной (но не затылочной) альфа-активности у экстравертов по сравнению с интровертами, что интерпретируется как более низкий уровень ретикуло-кортикального возбуждения у экстравертов по отношению к интровертам (Tran et al., 2001). А также была показана меньшая средняя спектральная мощность для экстравертов в альфа-диапазоне в процессе восприятия и обработки информации (Matthews, Amelang, 1993), в том числе в ответ на эмоциональные лица (Gale et al., 2001), однако при этом было обнаружено значительное влияние пола и межполушарного взаимодействия (Smith et al., 1995).

Основным результатом исследований с применением структурной МРТ можно назвать выявленную зависимость черт личности от различий в объеме орбитофронтальной коры и других областей префронтальной коры мозга: увеличение экстраверсии коррелирует положительно с увеличением плотности и уменьшением объема серого вещества орбитофронтальной коры (Cremers et al., 2010). Также наблюдались изменения объема и плотности миндалины в зависимости от степени экстраверсии (Cremers et al., 2010; Lu et

al., 2014). Учитывая, что экстраверсия действует как защитный фактор против развития тревожных расстройств и депрессии, предполагается, что пониженная вероятность развития аффективного расстройства у высокоэкстравертированных индивидуумов связана с модуляцией обработки эмоций через орбитофронтальную кору и миндалину (Zald et al., 2014). Другие структуры лобной доли, подтверждающие взаимосвязь между экстраверсией и плотностью или объемом серого вещества, включают в себя переднюю поясную кору, нижнюю лобную извилину, среднюю лобную извилину, верхнюю лобную извилину, то есть все структуры, которые также участвуют в эмоциональных и социально-познавательных процессах (Cremers et al., 2010; Lu et al., 2014). Отрицательная корреляция выявлена между экстраверсией и толщиной правой вентральной префронтальной коры, а также веретеновидной извилины (Wright et al., 2006).

В исследованиях с применением позитронно-эмиссионной томографии (PET) (Fischer, et al. 1997; Johnson, et al. 1999), однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (SPECT) (Ebmeier et al., 1994) и метода магнитнорезонансной перфузии (O'Gorman, et al., 2006) были обнаружены ассоциации экстраверсии и нейротизма с региональным церебральным кровотоком (rCBF), метаболизмом глюкозы (rCMRglu), а также перфузии во многих регионах, включая кортикальные (например, префронтальную (PFC) и поясную кору (cingulate cortex) и подкорковые структуры (например, базальные ганглии и таламус) (Deckersbach et al. 2006; Kim et al., 2008). Показано, что экстраверсия положительно коррелирует с метаболизмом в полосатом теле (O'Gorman et al., 2006; Kim et al., 2008), передней и задней поясной коре (Ebmeier et al., 1994), амигдале и височной коре (Johnson et al., 1999), а также орбитофронтальной коре головного мозга (Deckersbach et al., 2006). Отрицательная корреляция экстраверсии и метаболизма в условиях покоя обнаружена в височных долях (Stenberg et al., 1993), а также в лобных долях и переднем таламусе (Johnson et al., 1999).

С применением функциональной магнитнорезонансной томографии в состоянии покоя (RS-fMRI) (Adelstein, et al., 2011; Kunisato, et al., 2011; Wei, et al., 2011) при помощи анализа функциональной связности в состоянии покоя (RSFC) было обнаружено, что экстраверсия и нейротизм ассоциированы со связями между предклиньем (precuneus, PCu), латеральными паралимбическими областями и дорсомедиальной PFC, экстраверты относительно интровертов показали снижение rCBF в MPFC (Johnson et al., 1999); оценки экстраверсии отрицательно связаны с МРТ-сигналами в префронтальной коре в покое (Kumari et al., 2004). В сочетании с результатами ЭЭГ-исследований, которые подтвердили положительную корреляцию экстраверсии с лобной альфа-активностью (Hagemann et al., 2009; Tran et al., 2001, 2006), которая свидетельствует о состояниях с низким уровнем возбуждения (Barry et al., 2011; De Cesarei, Codispoti, 2011), эти данные подтверждают гипотезу Айзенка о более низком уровне возбуждения в лобной доле у экстравертов (Eysenck, 1967, 1994; Tran et al., 2001, 2006).

Доказательства для связанных с личностью паттернов функциональной организации, не зависящей от выполнения задач, исходят из анализа данных состояния покоя, то есть из наблюдаемых закономерностей спонтанной активности, которые являются неотъемлемыми и стабильными во времени. Выявление мозговых коррелятов ситуационно-независимой структуры личности требует подтверждения стабильного «дефолтного» режима функционирования мозга (Sampaio et al., 2014). При оценке низкочастотных (<0,1 Гц) колебаний BOLD-сигнала, были показаны положительные корреляции экстраверсии с региональной активностью полосатого тела, предклинья и передней лобной извилины (Kunisato et al., 2011; Wei et al., 2014). Для экстраверсии корреляция с активностью предклинья (precuneus), вероятно, отражает снижение потребности в регулировании эмоций, а с активацией полосатого тела – важность обработки вознаграждения (Schultz, 2015). Исследование при помощи метода «the seed region» также показало, что экстраверсия предсказывает функциональную связность в состоянии покоя с

областями мозга, вовлеченными в вознаграждение и мотивацию (Adelstein et al., 2011). Выявлена положительная корреляция между показателями экстраверсии и функциональной связностью в состоянии покоя между миндалиной и скорлупой (putamen), теменными долями, островком (insula) и затылочной корой (Aghajani et al., 2014), что ассоциируется с повышенной чувствительностью к вознаграждению и усиленным социально-эмоциональным функционированием экстравертов.

Модель Айзенка утверждает, что уровень возбуждения, вызванный сочетанием экологического возбуждения (внешней стимуляцией) и субъективной возбудимости, опосредуется активностью в «системе кортикального возбуждения», модулированной ретикуло-таламо-кортикальными путями (Eysenck, 1967). Схема, которая, по-видимому, соответствует этой системе кортикального возбуждения, включая дорсолатеральную префронтальную кору и область передней поясной извилины (anterior cingulate regions), была идентифицирована в исследованиях, применяющих фМРТ (fMRI) для широкого круга когнитивных задач (Duncan, Owen, 2000). Результаты исследования fMRI (Kumari et al., 2004), единственного подобного на сегодняшний день, позволившего проверить предположение относительно экстраверсии и активности коры при различных когнитивных нагрузках (или уровнях стимуляции), хорошо согласуются с моделью Айзенка: чем выше показатель экстраверсии, тем больше изменение в сигнале fMRI в дорсолатеральной префронтальной коре и передней поясной коре от состояния покоя до состояния рабочей нагрузки с 3 разными уровнями напряжения. Кроме того, в соответствии с моделью Айзенка, которая рассматривает нейротизм и психотизм как независимые от экстраверсии, связь с этими областями мозга для нейротизма или психотизма не была обнаружена.

Учитывая предсказания гипотезы Айзенка о возбуждении, можно ожидать, что в контексте эмоциональной обработки уровень экстраверсии будет влиять на восприятие эмоционального возбуждения. На сегодняшний

день существует не так много исследований, посвященных изучению связи между экстраверсией и активацией мозга во время когнитивно-аффективных задач.

В исследовании процессов восприятия и обработки эмоциональных стимулов высокая степень экстраверсии была связана с большей реакцией на положительные визуальные эмоциональные стимулы в нижней, средней и верхней фронтальных извилинах, нижней и средней височных извилинах, базальных ганглиях (в частности, полосатом теле), амигдале (Canli et al., 2001), передней поясной коре (Canli et al., 2004, Haas et al., 2006). Функциональная связь между передней поясной извилиной и нижней теменной долей, средней лобной извилиной и правой орбитофронтальной корой также коррелирует со степенью экстраверсии в процессе реагирования на положительные эмоциональные стимулы (Haas et al., 2006). Эти области мозга известны своей ролью в восприятии эмоций (Sabatinelli et al., 2011). В реакцию на положительные эмоции и их ожидание также вовлечены подкорковые области, такие как таламус (Bruhl et al., 2011).

Нами было обнаружено только одно фМРТ-исследование связи экстраверсии с активностью мозга в ответ на эмоциональные выражения лиц (Canli et al., 2002). Этот факт вызывает удивление, поскольку экстраверсия представляет собой измерение социальной личности, и выражение лица, как известно, имеет глубокое значение для регулирования социальных взаимодействий (Fridlund, 1994). Было отмечено, что экстраверсия положительно связана с ответом левой миндалины на счастливое выражение лица (Canli et al., 2002), что может способствовать поведению, согласующемуся с общительным интерактивным стилем экстравертов. Это мнение согласуется с данными о нейронных структурах, лежащих в основе восприятия эмоций с лица, то есть окципитально-темпоральные зрительные корковые области (включая веретеновидную (фузиформную) извилину), соматосенсорные области коры, инсула, орбитофронтальная кора (включая части нижней лобной извилины) и амигдала (Adolphs, 2002; Phillips et al., 2003,

2004; Nomura et al., 2004; Ishai et al., 2005; Liddell et al. 2005, Vuilleumier и Pourtois, 2007), а также и таламус и ядра полосатого тела (стриатума), которые, как было установлено, участвуют в нейробиологии экстраверсии и являются неотъемлемыми частями системы дофаминергической награды (Fischer et al., 1997; Canli et al., 2001; O'Gorman et al., 2006; Hutcherson et al., 2008; Kim et al., 2008).

При исследовании с использованием фМРТ (BOLD) во время задачи просмотра эмоционального изображения (Kumari et al., 2004; O'Gorman et al., 2006) обнаружена отрицательная связь между экстраверсией и нейронной реакцией на эмоциональное возбуждение в правом мозжечке, участвующем в обеспечении когнитивных и эмоциональных функций (Strick et al., 2009; Stoodley, Schmahmann, 2009). Это может указывать на недостаточную чувствительность экстравертов к эффектам эмоционального возбуждения, что поддерживает гипотезу Айзенка. Однако, в другом исследовании была обнаружена сильная положительная линейная связь между экстраверсией и обработкой возбуждения в правой инселе, принимающей участие во множестве различных задач, связанных с эмоциональной обработкой (Lamm, Singer, 2010), что противоречит мнению Айзенка о том, что экстраверты менее чувствительны к воздействию возбуждения. Данные о связи высокого уровня экстраверсии с повышенной активацией в дорсолатеральной ПФК и передней поясной коре в ответ на возрастающие уровни когнитивного спроса на задачи рабочей памяти (Kumari et al., 2004) приводят нас к выводу, что экстраверты более чувствительны к эффектам когнитивного возбуждения. Вполне возможно, что связь между экстраверсией и возбуждением является более сложной, чем первоначально предполагал Айзенк, и этот фактор связан не столько с эмоциональным, сколько с когнитивным возбуждением или их взаимодействием, что объясняет отсутствие однозначных доказательств взаимосвязи этой черты с нейронной активацией в регионах, связанных с эмоциями. Ассоциации с моторными и теменными областями (см. выше), подтверждают, что экстраверсия скорее отражает не особенности

эмоциональной регуляции, а влияние других когнитивных функций. Известно, например, что высоко эмоциональные раздражители захватывают внимание быстрее, чем нейтральные раздражители (Bradley, 2009), поэтому возможно, что высокая экстраверсия может быть связана с повышенной реактивностью внимания (Amin et al., 2004).

Таким образом, данные о связи между уровнями экстраверсии и эмоциональными процессами не так однозначны, как массив литературы, отражающий связь нейротизма с эмоциональной обработкой (Rusting, Larsen, 1997; Kendler et al., 2004, Denissen, Penke, 2008) и нейронной организацией (Canli, 2004; Haas et al., 2007, 2008; Kumari et al., 2007; Cremers et al., 2010). А связь экстраверсии с уровнем метаболизма в покое в медиальной префронтальной коре (MPFC), участвующей в аффективных, социальных и самореферентных процессах (Blankstein et al., 2009; Sheng et al., 2010; Wei et al., 2011; Wright et al., 2006; 2006), вероятно отражает положительную связь экстраверсии с социальной активностью независимо от эмоциональной валентности (Ponari et al, 2013).

1.1.2. Нейротизм (Эмоциональная устойчивость - неустойчивость)

Нейротизм – суперфактор личности, отражающий степень, в которой человек подвержен влиянию внешних обстоятельств на его эмоциональное состояние, и неспособность эффективно регулировать негативные эмоции; включает такие черты, как тревожность, низкая самооценка, подавленность, недостаток автономии, ипохондрия, склонность к чувству вины и негативным эмоциям в целом и низкая толерантность к стрессу или аверсивным стимулам. Индивидуальные различия по этому признаку являются преимущественно наследственными (Watson, 2001). Айзенк предполагал, что нейротизм (N) связан с порогами активации в симпатической нервной системе или висцеральном мозге (лимбическая система). Лица с более высокими показателями по шкале нейротизма имеют более высокие уровни активации и более низкие пороговые значения в подкорковых структурах (Eysenck, 1994).

Активация лимбической системы связана с негативными эмоциями, обслуживающими оборонительное или избегающее поведение и влияющими на их мотивацию.

Индивиды с высокими оценками по суперфактору нейротизм описываются как более «лабильные», больше подверженные влиянию негативных факторов, чем эмоционально стабильные (Nagemann et. al., 2002), так как более восприимчивы к эмоциональным стимулам, преимущественно к негативным, в связи с низким порогом чувствительности (Smith et. al., 1995). В связи с этим исследования биологических оснований нейротизма проводились преимущественно в контексте положительной и отрицательной эмоциональности.

Исследования связей между личностными конструктами и психофизиологическими коррелятами эмоциональных процессов, включая межполушарную асимметрию в электроэнцефалограмме (ЭЭГ), претерпели существенную эволюцию: теория положительных и отрицательных эмоций (валентная модель) под влиянием вновь полученных эмпирических данных трансформировалась в мотивационную модель, описывающую поведение в терминах систем приближения/избегания (Davidson et. al., 1998). Положительные и негативные эмоции, связанные с поведением приближения, как правило, ассоциируются с относительной левой фронтальной и передне-височной активностью, в то время как отрицательные эмоции, связанные с избеганием, – с более высокой относительной активностью правых лобных и передне-височных областей (Harmon-Jones, Allen, 1997; Tomarken et. al., 1990).

Значительная часть исследований ЭЭГ была сфокусирована на гипотезе, что фронтальная асимметрия в покое относится к стилистической тенденции эмоциональной реакции, которая присутствует с младенчества и раннего детства (Fox et al., 1995; Minnix, Kline, 2004). Фронтальная асимметрия в состоянии покоя, использовалась для прогнозирования эмоциональных реакций и коррелировалась с личностными чертами (Sutton and Davidson, 1997): высокая активность в левой лобной доле была связана с личностными

факторами, связанными с пониженной склонностью к депрессии (Harmon-Jones, Allen, 1997; Tomarken, Davidson, 1994), тогда как недостаток левой лобной активности ассоциирован с повышенной уязвимостью к депрессии (Davidson, 1998).

Основываясь на литературе, связывающей нейротизм с негативной эмоциональностью и склонностью к депрессии, можно было бы предположить, что нейротизм также будет ассоциироваться с относительно большей правосторонней активацией. Однако исследования в этой области демонстрируют противоречивые данные: часть авторов не обнаружили корреляции между нейротизмом и фронтальной асимметрией, в том числе для такой черты, как поведение избегания/чувствительность к наказанию (Trait BIS-Sensitivity) (Coan, Allen, 2003; Hagemann et al., 1999; Harmon-Jones, Allen, 1997; Sutton, Davidson, 1997), в то время как при исследованиях взаимосвязи нейротизма и общего уровня возбуждения отмечается связь высокого уровня нейротизма с большей относительной активностью в правых задних отделах (Schmidtke, Heller, 2004).

В то же время, сообщается о связи нейротизма с усилением асимметрии общего состояния возбуждения правого и левого полушарий, измеренного средней мощностью альфа-ритма: высокий уровень нейротизма был связан со сниженной активностью в правом полушарии, тогда как негативная эмоциональность ассоциировалась с повышенной активностью в левом полушарии (Gale et al., 2001). В результате анализа существующих данных авторами делается вывод, что нейротизм связан с большими различиями в активности левого и правого полушарий, выраженных в соотношении средней мощности альфа-волн (Gale et al., 2001; Hagemann et al., 1999; Minnix, Kline, 2004). Поскольку нейротизм был теоретически определен как черта личности, связанная с эмоциональной лабильностью и высоким уровнем негативной аффективности, что проявляется в соответствующих психопатологиях (Clark, Watson, 1991; Hagemann et al., 1999), высокий уровень нейротизма ассоциируется с высоким уровнем вариабельности лобной альфа-асимметрии

ЭЭГ (Minnix, Kline, 2004), при этом изменчивость на лобных участках (спектральная плотность мощности в альфа-диапазоне), особенно на срединно-фронтальных, является лучшим предиктором уровня нейротизма, чем в задних отделах (Minnix, Kline, 2004).

Поскольку литература в этой области противоречива, необходимо изучить другие факторы, которые могли бы более четко определить суть связи фронтальной асимметрии и нейротизма. Например, значительная изменчивость асимметрии может быть важным параметром сама по себе, и, вероятно, связана с определенными личностными характеристиками и склонностью к соответствующей психопатологии. Изменчивость асимметрии ЭЭГ можно связать с тенденцией к флуктуации между положительными и отрицательными эмоциональными состояниями или между мотивационными состояниями, связанными с приближением и избеганием (Minnix, Kline, 2004).

Структурная МРТ. Существуют данные о негативной связи уровня нейротизма с толщиной мантии коры в передних левых орбитофронтальных областях (Wright et al., 2006) и объемом в верхней лобной извилине, и положительной – с объемом мозжечка (Lu et al., 2014), которые связываются с регуляцией отрицательных эмоций и координацией реакций и поведения в связи с отрицательным воздействием извне, соответственно (Baumann, Mattingley, 2012). В целом, эти доказательства свидетельствуют о том, что нейротизм связан с несколькими областями мозга, участвующими в регулировании отрицательных эмоций.

Размещение the seed region в предклинье или переднем поясе показало, что в состоянии покоя нейротизм функционально связан с отделами мозга, участвующими в самооценке и страхе (Adelstein et al., 2011), что согласуется с известными данными о связи нейротизма с беспокойством и самосознанием (Montag et al., 2013).

Функциональная МРТ. Айзенк предположил, что нейротизм объясняется низкими порогами активации лимбической системы (Eysenck, 1967). Учитывая важную роль лимбической системы в процессах

эмоциональной регуляции, неудивительно, что в большинстве существующих фМРТ-исследований изучалось влияние нейротизма на сознательную и неосознанную обработку аффекта, регулирование эмоций, парадигмы индукции стресса, страха/тревоги, а не на активность мозга в чистых когнитивных парадигмах.

Поскольку нейротизм связан с обработкой негативных эмоций (Canli et al., 2001; Haas et al., 2007, 2008; Chan et al., 2008, 2009; Cremers et al., 2010), одним из способов установления влияния нейротизма на мозговую деятельность является изучение нейронного ответа на негативные эмоциональные стимулы (Haas et al., 2008). В оригинальном исследовании нейротизма, экстраверсии и нейронной активности при предъявлении эмоциональных стимулов было выявлено, что нейротизм положительно коррелирует с активностью в средней лобной и височной извилинах в ответ на негативные сцены (в то время как экстраверсия коррелирует с активностью в нижней, средней и верхней фронтальных извилинах, нижней и средней височной извилине, поясной извилине, базальных ганглиях и амигдале на положительные сцены) (Canli et al., 2001). При восприятии негативных (например, грустных) эмоциональных выражений лиц обнаружена также связь нейротизма с активностью в передней поясной извилине (anterior cingulate) и миндалине (amigdala) (Haas et al., 2007). В ответ на сцены, вызывающие негативные эмоции, – с активностью в медиальном префронтальном кортексе (Haas et al., 2008), височной доле и в базальных ганглиях (the basal ganglia) (Bruhl et al., 2011). При этом активация дорзомедиальной коры и правой части миндалины коррелировала с уровнем нейротизма положительно, а активация левой миндалины и передней поясной коры – отрицательно (Cremers et al., 2010). В связи с участием данных структур мозга в эмоциональной оценке стимула и контроле соответствующей поведенческой реакции (Lane, 2008; Lieberman et al., 2002; Liddell et al., 2005; Rauch et al., 2007; Williams et al., 2006) можно сделать вывод о том, что уровень нейротизма отражает особенности эмоциональной регуляции поведения.

С точки зрения флуктуаций низкой частоты, нейротизм отрицательно коррелирует с региональной активностью средней лобной извилины и предклинья (Kunisato et al., 2011), что может отражать ассоциацию нейротизма с ролью предклинья в предвосхищающем страхе (Kumari et al., 2007) и встроенный механизм эмоциональной регуляции для преодоления врожденной склонности к отрицательной аффективности (Seo et al., 2014). Более высокие оценки по шкале нейротизма коррелируют с пониженным функциональным взаимодействием миндалины и стриатума (putamen), островка (insula), теменных долей и затылочной коры в состоянии покоя (Aghajani et al., 2014). Эти изменения в функциональных взаимодействиях миндалины в состоянии покоя, связанные с нейротизмом, возможно, отражают менее адаптивное восприятие и обработку социально-эмоциональной информации и самоопределения (саморегуляции), часто наблюдаемые у невротических индивидуумов (Robinson et al., 2010).

Важность учета временной динамики при использовании нейровизуализации для изучения влияния личности на аффективную реактивность особенно велика при различении начальной реактивности к эмоциональному раздражителю и последующего восстановления после того, как действие эмоционального раздражителя прекратится или перестанет быть актуальным (Mitchell, Kumari, 2016). Более тщательное изучение временной динамики BOLD-ответа в миндалине (сравнение AUC (Area Under the Curve) в процессе предъявления стимула и после него) показало, что, хотя первоначальная реактивность в миндалине не предсказывала признаков нейротизма, более медленное восстановление миндалины после негативных изображений связано с большим нейротизмом (Schuyler et al., 2012).

Важными результатами исследований когнитивных функций при помощи фМРТ являются данные, свидетельствующие о большей вариабельности в когнитивных характеристиках (особенно времени реакции) при высоких показателях нейротизма по сравнению с низкими (Robinson, Tamir, 2005). Этот поведенческий эффект может отражать нерелевантные

задачам когнитивные процессы, связанные с беспокойством и озабоченностью невротических индивидуумов.

Также группой исследователей (Kehoe et al., 2011) было обнаружено несколько взаимосвязей между чертами личности и эмоциональной обработкой: 1) уровни нейротизма отрицательно связаны с постоянным сигналом BOLD в OFC, независимо от валентности или эмоциональной насыщенности стимулов. Особый интерес представляет собой тот факт, что OFC, как известно, играет ключевую роль в обработке эмоций и сигналов вознаграждения (Rolls, 2004; Kringelbach, 2005), а также в успешной понижающей регуляции отрицательных эмоциональных состояний (Ochsner et al., 2004; Eippert et al., 2007). 2) Нейротизм отрицательно связан с валентной обработкой в двух областях правой височной доли. Ранее сообщалось, что пациенты с большой депрессией демонстрируют снижение активации мозга в ответ на положительные эмоциональные слова в задаче на эмоциональную рабочую память (Shestyuk et al., 2005). Отрицательная связь между нейротизмом и нейронным ответом на положительную валентность в правой средней височной извилине и правой покрывке в области роландовой борозды (the right rolandic operculum) могут быть свидетельством связи высоких уровней нейротизма с повышенным риском развития аффективных расстройств (Kendler et al., 2004). Также было обнаружено, что правая средняя височная извилина активруется как в задачах на обработку эмоциональной информации, так и в задачах на оперативную память (Critchley et al., 2000; Olson et al., 2007), а широко распространенная активация в височных долях связана с просмотром эмоционального изображения отрицательной, но не положительной валентности (Canli et al., 2001; Haas et al., 2007, 2008; Chan et al., 2008, 2009; Cremers et al., 2010). В целом, связь с активацией височной коры отражает особенности эмоциональной регуляции, так как согласно предыдущим исследованиям, она играет важную роль в эмоциональном процессе (Canli et al., 2001; Hagemann et al., 1999). Таким образом, нейротизм связан с тенденцией к снижению чувствительности к положительным

эмоциональным стимулам и сигналам вознаграждения в нескольких областях мозга (Kehoe et al., 2012).

Связь нейротизма с постоянной активацией в mPFC в ответ на грустные лица (Haas et al., 2008) и усиленным BOLD-ответом на эмоциональное возбуждение в левой mPFC (Kehoe et al., 2011), играющем важную роль в эмоциональной оценке (Eysenck, 1967; Mitchell et al., 2005; Ochsner et al., 2005) подтверждает мнение Айзенка (1967, 1994) о связи уровня нейротизма с повышенной реактивностью в ответ на эмоциональное возбуждение и более длительным временем возвращения в состояние до возбуждения (Kim et al., 2008).

В результате обзора данных литературы мы видим очевидную связь нейротизма с эмоциональной регуляцией, однако относительно механизма этой эмоциональной регуляции и ее отражения в электрической активности мозга существующие данные противоречивы. На общем уровне, у людей с высоким уровнем нейротизма структура цельной мозговой сети напоминает больше случайную сеть со слабыми функциональными связями: наблюдается дезорганизация фокусов, большая межиндивидуальная вариативность данных, функциональные связи могут быть очерчены менее четко и демонстрировать более низкую эффективность (Servaas et al., 2015), подструктуры эмоциональной регуляции играют более заметную роль в обмене информацией по сравнению с подструктурами, контролирующими сенсомоторную и когнитивную сферу (Servaas et al., 2015).

1.1.3. Психотизм (Склонность к приключениям – Осторожность, следование социальным нормам)

Начиная с 1975 года в модели Айзенка присутствует третий фактор – психотизм. Он оказался менее надежным, но чрезвычайно информативным для предсказания противоправных действий и злоупотребления психоактивными веществами (Francis, 1996).

В начальном варианте – «психотизм – сила суперэго» (Eysenck, Eysenck 1975). Этот психологический тип в его максимальной выраженности объединяет такие черты характера, как импульсивность, иногда агрессивность, вспыльчивость, низкий контроль эмоций, эгоцентричность, недостаток чувствительности, отсутствие эмпатии. В то же время симпатия к странным и необычным вещам, пренебрежение опасностью и склонность к риску в попытках компенсировать низкую чувствительность дополнительной стимуляцией. По предположению Айзенка уровень психотизма определяет генетическую склонность к психопатии. Однако, поскольку личностные шкалы оценивают не симптомы психопатологии, а особенности в рамках нормального поведения, шкала в поздних изданиях опросника была переименована в «Склонность к приключениям/осторожность» (Eysenck, Wilson, 2000).

В порядке рабочей гипотезы Айзенк связывал психотизм с системой, продуцирующей андрогены (чем объясняется большая выраженность у мужчин), позже – с недостатком серотонинергической функции (Eysenck, 1994), но впоследствии психотизм связывался с допамином (Eysenck, 2000). Однако проведено недостаточно эмпирических исследований, чтобы подтвердить это предположение, и сохраняются значительные споры относительно важности, характера и определения психотизма.

С точки зрения активности мозга этот фактор исследовался не так активно, как экстраверсия и нейротизм, и на данный момент мы не имеем возможности сформулировать какую-либо гипотезу относительно механизмов структурной или волновой организации, а лишь приведем те отрывочные данные, которые удалось найти.

По результатам анализа ЭЭГ в покое небольшая, но значимая отрицательная корреляция обнаружена между психотизмом и спектральной мощностью в альфа-диапазоне (Matthews, Amelang, 1993), что связывается авторами с более низкой вегетативной возбудимостью. Отмечается положительная связь между уровнем психотизма и значениями когерентности

в тета и бета диапазонах у мужчин и в бета диапазоне у женщин в лобной и височной областях левого полушария (Разумникова, 2004). Лобные и височные отделы коры относятся к структурам «социального мозга» и социальной адаптации, соответственно (Adolphs, 1999), что может отражать особенности организации и контроля поведения с учетом социальных норм и правил у людей с разными оценками по шкале психотизма.

Известно также, что психотизм отрицательно коррелирует со шкалой Уступчивость Большой Пятерки (Costa, McCrae, 1995), для которой были выявлены ковариации с объемом задней поясной коры и верхней височной извилины (DeYoung et al., 2010) – регионами, которые обрабатывают информацию о намерениях и психических состояниях других индивидуумов (Schlaffke et al., 2015), а также с объемом латеральной префронтальной коры (DeYoung et al., 2010), участвующей в планировании и контроле поведения (Tanji, Hoshi, 2008). Можно предположить, что активность в этих областях также играет важную роль в организации вышеперечисленных процессов и для шкалы психотизма.

1.1.4. Резюме

Обобщив существующие данные о нейрофизиологических коррелятах суперфакторов личности, следует отметить, что преобладающее количество исследований биологических основ суперфакторов личности проводилось в покое. Исследования с использованием электроэнцефалографии (ЭЭГ) продемонстрировали, что экстраверсия положительно связана с лобной альфа-активностью (Hagemann et al., 2009; Tran et al., 2001, 2006), в то время как нейротизм связан с большей правой, чем левой лобной альфа-активностью (Gale, et al., 2001; Minnix, Kline, 2004; Schmidtke, Heller, 2004; Tran, et al., 2001). Вместе эти результаты подтверждают гипотезу Айзенка о более низком уровне возбуждения в лобной доле, характерном для экстравертов (Eysenck, 1967, 1994; Tran et al., 2001, 2006).

Как было отмечено ранее, фронтальная асимметрия ЭЭГ в альфа-полосе в покое связывается с мотивационными и эмоциональными особенностями, включенными в понятие «аффективный стиль» (Davidson, 1998). Однако в обзоре исследований, посвященных поиску связи между фронтальной асимметрией в альфа-диапазоне в покое и личностными чертами, по оценкам опросников (Wacker et al., 2010), отмечается, что в среднем нет существенной связи между лобной альфа-асимметрией в покое и экстраверсией (а также системой поведенческого приближения BAS) (Wacker et al., 2010), а для тревожности и нейротизма (и системы поведенческого торможения/избегания BIS) обнаруживаемая фронтальная альфа-асимметрия крайне изменчива (Coan, Allen, 2003; Hagemann et al., 1999; Sutton, Davidson, 1997). Было высказано мнение (Coan et al., 2006), что в понимании особенностей лобной асимметрии и ее связи с эмоциональной регуляцией может возникнуть более последовательная картина, если предположить, что эти ассоциации могут существовать только в ситуациях, соответствующих личностным особенностям исследуемой личности, но не в других. Данное предположение поддерживается результатами ЭЭГ-исследований, в которых показано, что участники с высокой степенью тревожности (против слабого беспокойства) проявляли относительную правостороннюю активность только в ситуациях социального взаимодействия, вызывающих беспокойство/страх (Wacker et al., 2003; Crost et al., 2008). Вместе эти результаты указывают на необходимость сосредоточить будущие исследовательские усилия на исследовании потенциальных модераторов (например, особенностей ситуационного контекста). Многие черты характера имеют четкое эмоциональное и мотивационное ядро и поэтому могут быть активированы в соответствующих состояниях. Например, легко предположить, что угрожающая ситуация вызывает страх и его последствия, и страх будет сильнее для людей с высоким уровнем нейротизма/тревоги, что проявляет индивидуальные различия в той степени, в которой задействуются биологические системы поведения, проявляющиеся в соответствующих физиологических реакциях, что

подтверждается данными некоторых исследований (Wiedemann et al., 1999) Это мнение соотносится с представлением о том, что признаки действуют только в соответствующих условиях и в противном случае неактивны (Allport, 1937; Stemmler, 1997). Например, Дэвидсон (Davidson et al., 1998) не обнаружил различий в ЭЭГ-асимметрии в покое между пациентами с социальной фобией и контролем, в то время как при исследовании в ситуации публичных выступлений обнаружена большая правосторонняя активность. Это означает, что избегание и поведенческое торможение, индексированные относительной правой лобной активностью, активируются при социальной фобии только в тех контекстах, которые представляют для них большую угрозу. А согласующиеся данные приведенных исследований демонстрируют, что более надежные ассоциации с эмоциональными/мотивационными личностными чертами действительно могут быть найдены при изучении ЭЭГ-активности, записанной во время решения стандартизованных эмоциональных задач, специально предназначенных для исследования интересующих черт, предоставляя контекст для активизация связанных с задачей мотивационных и эмоциональных состояний (Wacker et al., 2010) при определении соответствующего корректного нейрофизиологического коррелята.

Вышеприведенный обзор показывает, что связь активности мозга с личностью чаще исследовалась с фокусом на альфа-ритме. Однако есть доказательства, позволяющие предположить, что индивидуальные черты системы поведенческого торможения (BIS), которая представляет собой комбинацию интроверсии и тревоги (Gray, 1991), связана с повышенной бдительностью и, как результат, с большей готовностью к сенсорной обработке, проявляющейся в высокой альфа-активности при низкой активности медленных волн (дельта- и тета-активность) (Knyazev et al., 2002). Дельта- и тета-волны, связанные с активацией от ствола мозга и лимбической системы соответственно, играют важную роль в поддержании возбуждения (Joseph, 1990), что подтверждается данными о синхронизации тета-активности как функции мобилизации для решения сложных задач (Klimesch, 1999).

Тревожность как одна из черт суперфактора нейротизма, вероятно, должна отражать особенности нейронной активации для нейротизма в целом. В то время как в средней активности альфа-волн в покое у лиц с высоким и низким уровнем тревоги никаких различий обнаружено не было (Tran et al., 2001), а отрицательная связь высокого уровня мощности альфа-ритма с нейротизмом обнаружена только у мужчин (Tran et al., 2006), изменения мощности тета-ритма были обнаружены во время угрожающих и приятных визуальных стимулов у людей с различными уровнями тревожности (Aftanas et al., 2003a), а также в исследованиях осцилляторной динамики в процессе восприятия эмоциональных лиц (была выявлена отрицательная корреляция уровня тревожности и осцилляторной активности в тета-диапазоне) (Knyazev, 2008).

Приведенные выше данные также свидетельствуют о том, что низкочастотная активность (6-8 Гц) у некоторых людей связана с экстраверсией (Fink, Neubauer, 2004; Fink et al., 2002), что подтверждается результатами (Tray et al., 2006) о более высоких уровнях активности тета и дельта у экстравертированных людей обоих полов. Исследования соотношения затылочной и фронтальной тета-активности в покое (Wacker et al. 2006) отмечают значимые корреляции с экстраверсией и системой BAS, и демонстрируют значительную стабильность показателей на отдельных сеансах ЭЭГ с коэффициентами, превышающими показатели, наблюдаемые для лобной альфа-асимметрии. Таким образом, авторы предполагают, что тета-ритм и его соотношение по задне-передней оси могут являться психофизиологическим коррелятом экстраверсии.

Таким образом, как для экстраверсии, так и для нейротизма тета-диапазон может быть показательным в плане влияния личности на осцилляторную активность мозга, которая должна наиболее ярко проявиться в соответствующих личностным суперфакторам ситуациях социального взаимодействия, эмоционально и/или мотивационно значимых для лиц с конкретными чертами.

1.2. Исследование нейрофизиологических коррелятов социального взаимодействия

В социальном взаимодействии одновременно осуществляется несколько процессов: восприятие другого человека, оценка эмоционального состояния и мотивов (своих и других людей), присоединение к другому человеку и осознание его отдельности, определение стратегии его поведения, а также построение стратегии своего с учетом цели взаимодействия и других обстоятельств (Ferguson, Bargh, 2004; Green et al., 2008). В интерпретации состояния, отношения и намерений другого человека важнейшую роль играет выражение его лица, которое является одним из видов социальных эмоциогенных стимулов и, пожалуй, самым информативным для оценки состояния другого человека. (Ekman, 1993; Ellis, Young, 1998; Waller et al., 2008). Восприятие на неосознаваемом уровне опосредовано базовыми (врожденными) личностными особенностями и приобретенными автоматическими реакциями, когда первая эмоциональная реакция обеспечивается общей установкой человека в отношении других людей и окружающего мира (Banaji, Greenwald, 1994). Во время социальных контактов соответствующие социальные знания возникают автоматически из памяти, бессознательно затрагивают оценку других людей и влияют на суждения о них (Ferguson, Bargh, 2004).

1.2.1. Электроэнцефалография как метод изучения электрической активности головного мозга в динамике

Современная наука располагает широким спектром методов исследования функции коры головного мозга и глубинных мозговых структур человека. Выбор метода исследования прежде всего зависит от цели и задач исследования. Томографические методы (МРТ и фМРТ) обладают высоким пространственным разрешением и предоставляют ценные данные относительно локализации процессов обработки социально значимой информации, однако, имеют низкое временное разрешение. Исследование

временной динамики психических процессов, особенно таких быстро протекающих, как восприятие и обработка эмоциональных стимулов в процессе социального взаимодействия, требует применения инструментов с достаточно высоким временным разрешением (например, при исследовании восприятия лиц и эмоциональных выражений лиц, реакции возникают уже в первые 80-110 мс после подачи стимула (Holmes et al., 2003). Метод фМРТ не обнаруживает этот ранний ответ. Одним из методов, обладающих столь высоким временным разрешением, является электроэнцефалография (ЭЭГ).

Существуют многочисленные варианты анализа электроэнцефалограммы: анализ частотно-временного состава вызванных и связанных с событиями ответов; анализ изменения мощности и связанных с фазой свойств; анализ когерентности между различными положениями электродов в разных частотных диапазонах, межчастотные связи и связь между пред-стимульной и пост-стимульной активностью и т.д. Одним из первых и наиболее часто используемых методов анализа электроэнцефалограммы является метод вызванных потенциалов (evoked potentials, EP), регистрирующий вызванные ответы – привязанные к моменту предъявления стимула по времени и по фазе. Вызванные потенциалы отражают специфические когнитивные операции от восприятия и распознавания стимула до подготовки моторной программы. В области исследования реакций при предъявлении лиц/выражений лиц и аффективных (эмоциональных) картин было проведено множество работ с использованием связанных с событиями потенциалов (ERP), которые фокусировались на времени, негативности или позитивности вызванного ответа (Olofsson et al., 2008). Однако другим ключевым фактором является частота сигналов, которая не может быть изучена данным методом. Поскольку ERP представляет собой средний вызванный ответ и исключает индуцированную активность, невозможно понять динамику и спектральные характеристики ЭЭГ, анализируя только компоненты ERP (Basar, 1998, 1999).

Ключевую информацию о динамике процессов мозга дает анализ осцилляторных ответов. Этот метод анализа динамики электрической активности – регистрация индуцированных (induced) ответов, привязанных по времени, но не привязанных по фазе к началу подачи стимула (Pfurtscheller, Lopes da Silva, 1999), положил начало новой эпохи в исследовании корковых ответов, предоставив возможность изучения их спектральных особенностей. В работах последних лет многократно подтверждена ведущая роль осцилляторных процессов в интеграции функциональной активности мозга (Basar et al., 1999, 2001; Cantero, Atienza, 2005). Осцилляторная активность обеспечивает объединение структур мозга в функциональные системы, обеспечивающие процесс выполнения текущих функций (Basar et al., 2001; Buzsaki, Draguhn, 2004; Cantero, Atienza, 2005). Одним из наиболее информативных для понимания изменений активности мозга во времени является метод расчета изменений спектральной мощности в ответ на предъявляемые стимулы – ERSP (event-related spectral perturbations (Makeig, 1993), представляющий собой анализ синхронизации/десинхронизации электрической активности в динамике, т.е. на некотором временном промежутке после подачи стимула.

В спектре электрической активности коры мозга выделяют несколько ритмических диапазонов, связанных с разными функциональными процессами: 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; Basar et al., 2001). В рамках современной концепции, основывающейся на большом количестве эмпирических данных, считается, что все осцилляторные системы селективно распределены по всему мозгу, и существует значительное количество информации об источниках генерации и функциональных коррелятах осцилляторной активности в разных диапазонах (Basar et al., 2001). Предполагается, что превалирование того или иного ритма в ЭЭГ и развитие структур мозга, с ним связанных, так же, как и функциональное значение этих ритмов, имеют иерархическую структуру (Knyazev, 2007, 2010). Колебания

мозга охватывают широкий диапазон частот, и каждая из этих колебательных полос генерируется различными механизмами и имеет разные физиологические функции (Buzsaki, Draguhn, 2004; Penttonen, Buzsaki, 2003).

Так как в данном исследовании изучается динамика осцилляторных корковых ответов, настоящем обзор сконцентрирован на рассмотрении исследований осцилляторных ответов на различные составляющие социального поведения: восприятие лица, эмоционально значимых стимулов и процессы принятия решения о дальнейшем поведении.

1.2.2. Частотно-временные характеристики процессов социального взаимодействия

Взаимосвязь осцилляторной ЭЭГ-активности с распознаванием лиц и обработкой эмоциональных стимулов

Одним из наиболее экологически валидных и социально значимых эмоциональных стимулов для человека являются изображения эмоциональных выражений лиц. Временную динамику их восприятия многократно исследовали с помощью метода вызванных потенциалов. Гораздо меньше работ по изучению временной динамики и корковой локализации осцилляторных ответов, однако в последнее время появляется все больше информации об особенностях осцилляций при восприятии лиц и эмоциональных выражений лиц. Рассмотрим особенности каждого из основных диапазонов частот и их роли в этих процессах.

Дельта-диапазон

Вопрос о зоне генерации дельта ритма все еще остается предметом дискуссий. Предполагается, что дельта-колебания генерируются пирамидальными нейронами, взаимодействием внутренних токов таламокортикальных клеток (Steriade, 1993). Дельта-осцилляции также регистрировались в прилежащих ядрах (Leung, Yim, 1993), вентральном паллидуме (Lavin, Grace, 1996), стволе мозга (Lambertz, Langhorst, 1998), и, что важно – в дофаминергических нейронах в вентральной тегментальной области

– вентральной покрывке моста (Grace, 1995), что указывает на наличие связи с системой мотивации и положительного подкрепления (Alper et al., 2006, Wacker et al., 2009). Это согласуется с данными об увеличении дельта-активности в состоянии удовольствия (Reid et al., 2005) и современной точкой зрения на систему положительного подкрепления мозга (brain reward system), которая отвечает не только за положительное подкрепление, но и реагирует на мотивационно-значимые стимулы (Gray, 1999).

Дельта-колебательные ответы играют важную роль в когнитивных процессах, таких как внимание, обнаружение сигналов, распознавание и принятие решений. Дельта-колебательные ответы выше в ответ на целевые стимулы по сравнению с нецелевыми и простыми сенсорными стимулами (Basar-Eroglu et al., 1992). Рост интенсивности колебаний дельта-ответа на когнитивные парадигмы в основном отмечался в лобно-центральных и теменных областях. Ряд исследований показывает, что дельта- и тета-колебания – главные рабочие ритмы P300 (Basar et al., 2001).

Было выявлено, что в лобных областях дельта-ответ на изображение близкого человека показал значительно более высокие значения амплитуды по сравнению с изображением неизвестным человеком (Basar et al., 2008), знакомые лица вызывали более высокий дельта-ответ по париетальным и левым височным областям, чем незнакомые (Sakihara et al., 2012), затылочные дельта-реакции были более высокими при предъявлении любых лиц по сравнению со световой стимуляцией (Basar et al., 2008).

Предъявление эмоциональных выражений лиц (сердитое, счастливое и нейтральное) вызывало более высокие затылочные дельта-реакции, чем реакции лобной дельта (Güntekin, Basar, 2009). Предполагается, что увеличение затылочной дельта-реакции является следствием распознавания лица, но не обработки эмоциональных выражений лиц. При этом дельта-синхронизация при предъявлении эмоциональных стимулов (выражений лиц), по сравнению с нейтральными, сильнее у более чувствительных и эмоциональных субъектов (Knyazev et al., 2009), и 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. Считается, что дельта осцилляции, как доминирующие у низших позвоночных, связаны с регулированием базовых биологических и мотивационных функций (Knyazev, 2010).

Тета-диапазон

Тета-ритм считается отражением активности всех лимбических структур, в основном генерируется пирамидальными и гранулярными клетками (Buzsaki, 2006), преимущественно в гиппокампе. Клетки лимбической системы (в маммилярных телах (mammillary body) и супрамаммилярных ядрах (supramammillary nucleus) гипоталамуса осциллируют синхронно с гиппокампом, а также с задним ядром гипоталамуса (posterior hypothalamic nucleus), участвующем в модуляции амплитуды тета-ритма (Kirk, Mackay, 2003). Ритмическая активность в тета-диапазоне супрамаммилярного ядра поступает в перегородку (septum), а затем в гиппокамп, однако тета-колебания, образующиеся в супрамаммилярном ядре гипоталамуса и в гиппокампе, не связаны между собой (Kirk, Mackay, 2003). В целом, результаты изучения генерации тета-активности в гиппокампе и височной области пока недостаточны. В некоторых исследованиях было продемонстрировано, что существует два гиппокампальных тета-ритма, один из которых опосредуется сигналами от энторинальной коры (entorhinal cortex) (Buzsaki, 2006). Тета-колебания являются доминирующим ритмом лобной коры (Basar, 1998). Передняя поясная кора (anterior cingulate cortex) активно вовлечена в производство медиального префронтального тета-ритма. Множественные связи между структурами лобной коры и гиппокампом проявляются в межфазовой когерентности тета-частоты в этих отделах и их

функциональной взаимосвязи (Siapas et al., 2005). Был сделан вывод, что тета-активность генерируется системами, которые взаимосвязаны между собой и включают гиппокамп, структуры промежуточного мозга и неокортекс, что позволяет объединить их активность для реализации целого комплекса психических функций (Kirk, Mackay, 2003).

Тета-ритм считается основным коррелятом функционирования кратковременной памяти (Basar, 1999, 1998; Klimesch, 1999; Sauseng et al., 2010). При увеличении объема вербальной или образной информации амплитуда тета-ритма, источником которого является передняя сингулярная кора, увеличивается по средней линии коры (Gevins et al., 1997). Однако существует предположение, что тета-синхронизация отражает динамику внимания (Новикова, 2015), в связи с чем и проявляется связь с различными видами памяти и другими когнитивными процессами. А связь тета-ритма с эмоциональными процессами объясняется повышенной концентрацией внимания (Aftanas, Golosheikine, 2001) на эмоционально значимых стимулах (Stroganova, Orekhova, 2013).

Исследования эмоциональных выражений лиц указывают на повышенные тета-колебания в ответ на отрицательные эмоциональные выражения, в том числе на испуганные выражения (Zhang et al., 2012) и на лица, выражающие боль и гнев (Gonzalez-Roldan et al., 2011) по сравнению с нейтральными; увеличение фронтальной тета-синхронизации при предъявлении эмоционального выражения лица по сравнению с нейтральной экспрессией (Knyazev et al., 2009), а также участие париетальной тета-активности в определении эмоциональной направленности выражения лица (Kostandov et al., 2010). В большом количестве работ изучалась осцилляторная динамика в ответ на предъявление эмоциональных стимулов, в том числе видео-клипов и фотографий IAPS (Aftanas et al., 2004), и многократно отмечалось увеличение тета-активности в центрально-фронтальной (Aftanas et al., 2004; Doppelmayr et al., 2002a; Nishitani, 2003) и в теменно-затылочной областях (Güntekin, Basar, 2009; Gonzalez-Roldan et al., 2011), а повышение

фронтальной тета-реакции на когнитивную нагрузку (Basar-Eroglu et al., 1992, 2001; Mazaheri, Picton, 2005). При нарастании эффективности выполняемого задания мощность тета-ритма уменьшается, и наоборот (Klimesch et al., 1999).

Было показано, что в процессе эмоционального возбуждения осцилляции тета-диапазона продуцируются нейронами миндалины и гипоталамуса, и возникает синхронизация тета-осцилляций между гипоталамусом и миндалиной (Seidenbecher et al., 2003), а также увеличивается центрально-фронтальная мощность тета-ритма. Вероятно, центрально-фронтальный тета-ритм может служить механизмом передачи информации в лимбическую систему для дальнейшей обработки эмоционально значимых сигналов (Vinogradova, 1995). Показано, что наряду с дельта-, тета-осцилляции вносят вклад в формирование компонента ВП Р300, связанного с процессами распознавания и обработки мотивационной и эмоциональной значимости стимула (Basar-Eroglu et al., 1992; Basar, 1998, 1999).

Таким образом, накопленные на данный момент данные, подтверждают основные функции тета-ритма – участие в процессах памяти, внимания и эмоций, что обеспечивает состояние бдительности и готовности к переработке значимой информации.

Альфа-диапазон

Альфа-осцилляции преимущественно генерируются таламо-кортикальными сетями (Oakes et al., 2004), хотя источники альфа активности могут быть селективно распределены по всему мозгу, включая подкорковые структуры (Basar, 1999); передний и задний альфа ритмы, функционально взаимодействуя, образуют единую систему, распределенную по всей коре (Basar, 1999). Выделяют несколько поддиапазонов альфа-ритма с разной функциональной значимостью. Десинхронизация альфа-ритма низкой частоты (6-10 Гц) в ответ на стимуляцию отражает процессы внимания (в том числе к зрительным стимулам – в затылочно-теменной коре), а высокой частоты (10-14 Гц) – семантическую обработку сенсорной информации (в

левом полушарии), высокочастотная десинхронизация альфа-ритма связана с процессами поиска и воспроизведения информации в семантической долговременной памяти (таламокортикальные пути) (Klimesch, 1999). Альфа-активность, вызванная сенсорной стимуляцией, является результатом когерентных процессов в тех структурах, которые взаимодействуют при обработке информации разной модальности: акустической (9-10 Гц) – между слуховой корой, таламусом, ретикулярной формацией, гиппокампом; при зрительной (11-12 Гц) – между ретикулярной формацией, гиппокампом и зрительной корой (Basar et al., 2001).

В настоящее время считается, что альфа-ритм связан с процессами избирательного внимания (Pfurtscheller, Lopes da Silva, 1999) - обеспечивает процессы избирательного тормозного контроля (Klimesch et al., 1999; Pfurtscheller, Lopes da Silva, 1999). Это подтверждается выявленной альфа-десинхронизацией в отделах, участвующих в выполнении определенной деятельности, в то время как на расположенных рядом заторможенных участках наблюдается альфа-синхронизация (Pfurtscheller, 2003). Активное торможение восприятия и обработки сенсорной информации при увеличении эффективности работы внимания связано с повышением мощности альфа-осцилляций (Cooper et al., 2003). Также было обнаружено, что «подготовительная» альфа-синхронизация (увеличение альфа ритма, предшествующее выполнению задания) положительно коррелирует с успешностью выполнения этого задания (Klimesch, 1999; Klimesch et al., 2007), и с общим высоким уровнем интеллекта (Doppelmayr et al., 2002b). Было сделано предположение, что процессы, запускаемые сознанием и волей, сопровождаются синхронизацией альфа-ритма, в то время как реакции на внешние стимулы, извлечение информации из памяти, решение задач и т.п. сопровождаются десинхронизацией альфа-ритма (Klimesch et al., 2007). Выявлено, что степень реагирования в альфа-диапазоне пропорциональна амплитуде альфа-активности в престимульном интервале; в тех случаях, когда альфа-активность не регистрируется в ЭЭГ перед предъявлением стимула,

после его предъявления десинхронизация не происходит. Кроме того, в эксперименте, проводимом в условиях низкой освещенности, испытуемые не проявляли спонтанной альфа-активности; однако после единственной стимуляции наблюдалось огромное увеличение колебаний альфа-реакции (Basar, Güntekin, 2012).

Альфа-колебания и их связь с эмоциональными процессами в основном изучались в контексте спонтанной ЭЭГ, статистический анализ которой использовался для определения аффективного стиля субъекта и его связи с лобной альфа-асимметрией (Davidson et al., 1998). Исследователи предположили, что большая левосторонняя активность была связана с положительным аффектом, а большая правая лобная активность была связана с негативным аффектом. Результаты исследований оказались противоречивыми: некоторые подтвердили гипотезу альфа-асимметрии (Coan, Allen, 2003), другие сообщили об отсутствии надлежащих доказательств (Heller, Nitschke, 1998). Однако было выявлено, что мотивация приближения была связана с большей левосторонней активностью, тогда как мотивация избегания была связана с большей фронтальной активностью справа (Sutton, Davidson, 1997). Позже также было показано, что десинхронизация альфа коррелирует с поведенческой системой торможения (BIS) в правой лобной области (Balconi, Mazza, 2009). В МЭГ-исследовании показано, что связанная с событиями альфа-десинхронизация зависит от аффективного стиля: альфа-десинхронизация сильнее при отрицательном аффективном стиле, чем при нейтральном и положительном (Onoda et al. 2007).

В исследованиях альфа-ритма при предъявлении лиц было обнаружено увеличение связанной с событиями альфа-десинхронизации для популярных лиц по сравнению с обычными лицами (Zion-Golumbic et al., 2010), а также большая амплитуда колебания частотой 5-20 Гц во временном интервале 50-300 мс после начала предъявления лица по сравнению с изображениями других объектов (Rousselet et al., 2007). В МЭГ-исследовании показано, что

сильная альфа-активность возникает примерно через 1 с после предъявления лиц (Tuladhar et al., 2007). Активность альфа-ритма находится в обратной зависимости с тета-ритмом: при тета-синхронизации возникает альфа-десинхронизация, и наоборот (Klimesch et al., 1999), в том числе при ожидании болевых стимулов (Del Percio et al., 2006).

На данный момент не существует единого мнения о функциональном значении альфа-активности, однако подтвержденным фактом является то, что она имеет важные функциональные корреляты, включая сенсорные, моторные функции и функцию запоминания (Basar, Güntekin, 2012).

Бета-диапазон

В нескольких исследованиях показано, что вызванная осцилляторная бета-активность связана с проекциями сенсорно-специфичной коры (Haenschel et al., 2000; Senkowski et al., 2006; Sakowitz et al., 2005). Слуховые стимулы усиливали бета-ответы от центральных и височных электродов (Haenschel et al., 2000), визуальные – от затылочных электродов (Senkowski et al., 2006). Наиболее высокие бета-ответы отмечены при мультисенсорной стимуляции (Sakowitz et al., 2005). Более высокие бета-ответы также сообщались в исследованиях, проведенных в различных парадигмах рабочей памяти (Onton et al., 2005; Tallon-Baudry et al., 1998). Петерсон и Таут (Peterson, Thaut, 2002) сообщили, что слуховая оперативная память индуцирует бета-синхронизацию в правой височной коре. Связанная с событиями мощность бета-ответов была больше при предъявлении целевой стимуляции по сравнению с нецелевой (Güntekin et al., 2013). Однако при анализе связанных с событиями бета-осцилляций выявлена бета-десинхронизация при целевой стимуляции (Mazaheri, Picton, 2005). Предполагается, что снижение бета-ответов может зависеть от движения: они уменьшаются за счет произвольных движений и моторных образов (Engel, Fries, 2010). Однако при одновременном движении и выполнении задания на внимание происходит увеличение бета-синхронизации в ответ на целевые и нецелевые стимулы (Kukleta et al. 2009).

Вероятно, это отражает тесную связь активности бета-группы с характеристиками стимула движения (Haenschel et al., 2000).

Согласно вышеупомянутым исследованиям, бета-осцилляции усиливаются при возбуждающей мультисенсорной стимуляции и когнитивной нагрузке. Предполагается, что бета-ритм может переводить систему в состояние внимания и связан с поддержанием состояния бдительности в таламокортикальной системе (Neuper, Pfurtscheller, 2001). Высокочастотный бета-ритм (более 20 Гц) является индикатором сложных когнитивных процессов, требующих интеграции отдельных характеристик в единое целое. Динамика бета-ритма информативна для высших когнитивных функций, включающих процессы категоризации и сравнения различных паттернов (Schack, Krause, 1995)

В исследовании спонтанной ЭЭГ выявлена значительная взаимосвязь между асимметрией в теменной бета-активности и реакцией внимания на сердитые лица (Schutter et al., 2001). Также существуют данные об увеличении бета-ответов на сердитые выражения лица по сравнению со счастливыми выражениями на электродах F3 и CZ, при предъявлении эмоциональных выражений лиц у мужчин затылочные бета-ответы менее выражены, чем у женщин (Güntekin, Basar, 2007). Большая бета-активация выявлена для эмоциональных изображений IAPS по сравнению с нейтральными (Miskovic, Schmidt, 2010) и для отрицательных изображений IAPS по сравнению с положительными для лобных, центральных и теменных электродов (Güntekin, Basar, 2010). В то же время при исследовании мультисенсорного восприятия эмоций (выражения лица, языка тела и вокальной информации) было отмечено подавление бета-осцилляций в ответ на эмоциональные стимулы по сравнению с нейтральными (Jessen, Kotz, 2011).

Основываясь на полученных в исследованиях данных, многие авторы делают вывод, что нейронная активность в бета-диапазоне имеет отношение к когнитивной обработке эмоциональных стимулов (Güntekin, Basar, 2007, 2010; Miskovic, Schmidt, 2010).

Гамма-диапазон

Можно выделить три различные, но взаимосвязанные формы гамма-ритмов (Whittington et al., 2010): интернейронная сеть гамма, пирамидальная интернейронная гамма и постоянная гамма.

Согласно существующим данным, индуцированную гамма-активность можно объяснить синхронизацией воздействия тормозных интернейронов (Whittington et al., 2010). С другой стороны, сообщается, что вызванный гамма-ответ может быть связан с возбуждающими факторами (Herrmann et al., 2010). Слуховые и зрительные гамма-ответы выборочно распределены в разных кортикальных и подкорковых структурах (Basar et al., 2001). Ответ на частоте в 40 Гц в течение 100 мс после стимуляции имеет сенсорное происхождение, не зависящее от когнитивных задач (Karakas, Basar, 1998). Гамма-ответы увеличиваются при незнакомой и неоднозначной стимуляции (Gruber et al., 2002). При повторном предъявлении знакомых раздражителей индуцированные гамма-ответы уменьшаются (Wiggs, Martin, 1998)

Результаты недавних исследований показали, что гамма-ответы играют важную роль в распознавании лиц. Мощность ЭЭГ в диапазоне гамма (29-45 Гц) была выше при предъявлении лиц по сравнению с другими стимулами (Keil et al., 1999), вертикальных лиц по сравнению с инвертированными (Keil et al., 1999), знакомых лиц по сравнению с незнакомыми, и знаменитых лиц по сравнению с неизвестными (Zion-Golombic et al., 2010). Таким образом, активность гамма-полосы является важным компонентом распознавания лиц и выражений лица. Исследования гамма-колебаний при предъявлении различных выражений лиц в экспериментах ЭЭГ и МЭГ обнаружили, что негативные выражения лиц (сердитые, испуганные) вызывали более высокие гамма-ответы, чем нейтральные или счастливые выражения (Luo et al., 2007; Sato et al., 2011). Также выявлена ранняя связанная с событиями синхронизация в ответ на испуганные лица в области гипоталамуса и таламуса (10-20 мс) и амигдалы (20-30 мс). Этот ответ наблюдался ранее, чем реакция ERS, наблюдаемая в зрительной коре (40-50 мс) в ответ на испуганные лица.

Более того, ERS в миндалине в ответ на сердитые выражения имела более поздний характер (150-160 мс) (Luo et al., 2007). Сходные результаты были получены путем регистрации внутричерепных полевых потенциалов миндалин (Sato et al., 2011): активность гамма-полосы была выше в ответ на испуганные лица, чем на нейтральные, в раннем временном окне (50-150 мс). Роль миндалины в выявлении негативной эмоциональной стимуляции была также подтверждена при предъявлении негативных изображений IAPS (Oya et al., 2002), что приводит к выводу, что миндалина участвует в быстрой обработке испуганных выражений лиц.

Активность в гамма-диапазоне может отражать процессы ассоциации: гамма-колебания связаны с вниманием и памятью (Gruber et al., 2002; Herrmann et al., 2010; Tallon-Baudry et al., 1998), а также мышлением (Basar et al., 2001). Предполагается, что гамма-колебания структурно представляют собой два основных процесса: 1) сопоставление воспринимаемой информации с хранящейся в памяти и 2) ее применение (Herrmann et al., 2010). Ранние ответы связаны с сопоставлением информации «снизу вверх» и «сверху вниз», поздние – с использованием информации, полученной в результате текущего опыта (Herrmann et al., 2010; Basar, 2012). Ранний гамма-ответ, сенсорный по происхождению (Karakas, Basar, 1998) и возникающий в первичной затылочной коре (начиная с 100 мс), вероятно, передается прямым путем через латеральное коленчатое ядро (Basar, 2012) и может быть чувствительным к простым функциям, связанным с эмоциями. Поздний (начиная примерно с 300 мс) гамма-отклик может быть связан с сознательным восприятием эмоциональных раздражителей и передается по регионам, таким как гиппокамп и ретикулярная формация (Karakas, Basar, 1998).

Роль различных частот ЭЭГ-активности в процессах принятия решения

Процесс принятия решения является процессом выбора между различными вариантами, и может быть условно разделен на отдельные этапы, включающие оценку доступных вариантов, выполнение действия и оценку

результатов (на основе обратной связи) (Rangel et al., 2008). Важно отметить, что оценка результатов не должна рассматриваться как окончание этого процесса, так как информация о результатах хранится в памяти, чтобы облегчить принятие решений в подобных случаях в будущем (Ernst, Paulus, 2005). Кроме того, текущие результаты могут повлиять на будущее поведение путем влияния обратной связи в качестве вознаграждения и наказания, которые приводят к тенденциям приближения и избегания, соответственно (Schultz, 2015).

Процесс принятия решения и оценка обратной связи сопровождаются изменениями спектральной мощности в диапазоне от 4 до 30 Гц в медиальной фронтальной области (Cohen et al., 2007). **Период принятия решения** характеризуется умеренным увеличением мощности дельта- и тета-ритма, а также увеличением их межфазной когерентности. **Период ожидания обратной связи** характеризуется относительным уменьшением дельта- и тета-мощности, а также сдвигом в увеличении мощности в альфа- и бета-диапазоны, увеличением межфазной когерентности в дельта-диапазоне (Cohen et al., 2009). **Период обратной связи** отличается сильным временным (0-600 мс) увеличением мощности в дельта- и тета-частотах и перекрестной фазовой когерентностью во всех полосах частот, а при получении отрицательной обратной связи (по сравнению с положительной) повышается мощность в тета-диапазоне (4-8 Гц) и снижается активность на частоте 20-30 Гц (Cohen et al., 2007). Интересно, что в отличие от других частот, в альфа-диапазоне происходит усиление мощности в раннем временном интервале, а в более поздний интервал – устойчивое снижение мощности (десинхронизация), что, вероятно, отражает усиление когнитивной обработки (Klimesch et al., 2007; Klimesch, 1999).

При выборе стратегии дальнейшего поведения на основе полученной обратной связи, синхронизируются тета-колебания в медиальной фронтальной коре (MFC) и сенсомоторной коре. В большинстве предыдущих исследований когнитивная функция фронто-центрального тета-ритма

интерпретировалась с точки зрения модели обучения с подкреплением (Kamaraajan et al., 2008). Однако результаты более поздних исследований привели к выводу, что этот ответ МФС не связан с уровнем обучения на основе предыдущих результатов, а отражает общий механизм работы, связанный с мониторингом действий и когнитивным контролем (Cohen et al., 2009; Nigbur et al., 2012). Активность тета-диапазона в МФС, вызванная обратной реакцией на результат, представляет собой общий процесс «сверху вниз», необходимый для адаптации к изменению поведения и стратегической адаптации. Тета-ритм отражает общий процесс когнитивного контроля, который лежит в основе поведенческой адаптации. Период повышенной когерентности тета-фазы между МФС и сенсомоторной корой участвует в корректировке сенсорных и моторных ожиданий (Makeig et al., 2004). Эта идея согласуется с выводами о том, что тета-активность необходима для формирования точного моторного плана и связана с улучшением характеристик движения/действия (Nigbur et al., 2012). Когда мотивационная значимость результата является заметной, активированная нейронная система мониторинга действия (индексированная по фронто-центральной тета) сравнивает ожидаемые последствия различных стратегий в текущем контексте (Makeig et al., 2004). В то же время, если будет установлено, что поведенческая корректировка будет более благоприятной, в моторной коре (индексируется сенсомоторной тета) может возникнуть сигнал «Go», который будет храниться в структуре памяти двигателя (Perfetti et al., 2011). Этот сигнал «Go» в сенсомоторной области может вызвать переключение стратегии в следующем процессе принятия решений.

Рассмотрев особенности основных ритмов ЭЭГ и их функциональное значение на ранних этапах социального взаимодействия, следует подчеркнуть значимость тета-ритма в регуляции эмоций и процессов памяти, участие в процессах принятия решения с учетом текущих мотивов; альфа-ритма – в неспецифических активационных и тормозных процессах, связанных с когнитивной деятельностью; бета-ритма – в обеспечении внимания, элементов поведения, связанных с движением и высших познавательных функций;

гамма-ритма – в быстром раннем сенсорном ответе и более поздней сознательной обработки эмоциональных стимулов.

По данным описанных исследований тета-осцилляции являются коррелятом психических процессов на каждом этапе социального поведения: тета в теменно-затылочной области связана с распознаванием лиц (с участием памяти), тета в центрально-фронтальных отделах – с эмоциональными процессами, тета в медиальной фронтальной области – с принятием решений. Это делает тета-ритм наиболее информативным для дальнейшего изучения процессов социального взаимодействия, в том числе в ключе индивидуальных различий и влияния личности.

1.2.3. Роль отдельных структур мозга в организации социального поведения человека

В процессе социального взаимодействия задействуется целый комплекс мозговых структур, обеспечивающих: восприятие и обработку поступающей социально значимой информации, оценку эмоциональной и мотивационной значимости этих сигналов, процессы принятия решения и выбора стратегии дальнейшего поведения.

Восприятие лиц

Распознавание человеческих лиц включает в себя две ключевые области, известные как веретенообразная и затылочная области лица (the fusiform face area – FFA и occipital face area – OFA (Turk et al., 2002), а также верхнюю часть височной извилины (Нахбу et al., 2002). Фузиформная область лица (fusiform face area – FFA) в первые 140-170 мс после подачи стимула, демонстрирует большую активность на лица, чем на любые другие объекты (Kanwisher et al., 2006), относится к осознанию наличия лица (Hulme, Zeki, 2007), но также активизируется, когда субъекты рассматривают тела без лиц (Peelen, Downing, 2005).

Оценка эмоциональной значимости воспринятой информации

Субъективное заключение о значимости стимула определяет силу эмоциональной реакции. Эмоции формируют фон для поведения и отношений, и определяют качество социального взаимодействия (Forgas, 2003). Человек, лишенный эмоциональной отзывчивости, принимает иррациональные решения, что нарушает его социальную адаптацию (Damasio, 1994).

Люди и другие млекопитающие разделяют основную систему биологических эмоций. Семь основных эмоций (счастье, печаль, страх, удивление, гнев, презрение и отвращение) существуют во всех человеческих культурах (Ekman, Cordaro, 2011). Социальные или моральные эмоции, такие как гордость, чувство вины, стыд или смущение, отличаются от основных эмоций в их внешних триггерах (Haidt, 2003), и как восприятие, так и выражение социальных эмоций отличаются в культурном отношении между индивидуалистическими и коллективистскими нациями (Eid, Diener, 2001). Исследования мозга с использованием методов нейровизуализации показали, что базовые и социальные эмоции включают частично разные нейронные схемы. Рассмотрим их подробнее.

Распознавание базовых эмоций по выражениям лиц. Имеются значительные доказательства того, что эмоции лица являются биологически релевантными стимулами, которые могут обрабатываться автоматически (Dimberg et al., 2000; Williams et al., 2006). Результаты исследований нейровизуализации показывают, что амигдала играет центральную роль в обработке маскированных эмоциональных выражений лиц (Morris et al., 1999; Nomura et al., 2004), но и что многие другие области головного мозга, такие как нижняя и медиальная лобная извилина, предцентральная извилина, передняя поясная извилина, соматосенсорная кора, верхняя височная и веретеновидная извилина, полосатое тело, таламус и мозжечок также могут быть активированы под воздействием имплицитной презентации эмоциональных выражений лиц (Liddell et al., 2005; Phillips et al., 2004; Rauch

et al., 2007). Из регионов расширенной системы восприятия лица миндалина играет центральную роль в обработке эмоциональной значимости информации, особенно когда эта информация может сигнализировать о потенциальной угрозе (Haxby et al., 2002). В процессе распознавания эмоциональных выражений лиц также принимают участие нейроны гиппокампа, затылочная и правая теменная кора (Adolphs, 2002; Kanwisher et al., 2006; Li et al., 2010).

Эмоциональные выражения лица разной модальности связаны с разными структурами мозга: страх связан с деятельностью миндалины и других лимбических областей совместно с передней поясной извилиной и префронтальной корой (Biraben et al., 2001); печаль – с повышенной активностью в левой части миндалины и правой височной области коры; раздражение – в орбитофронтальной и передней поясной коре (Li et al., 2010; Schoenbaum et al., 2009). При восприятии враждебных и радостных лиц важную роль играют левая нижняя лобная и латеральная затылочная кора (Chiu et al., 2010).

Моральные чувства более связаны с активацией медиального орбитофронтального кортекса, височного полюса и верхней височной борозды (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, 2002; Kanwisher et al., 2006; Li et al., 2010). Медиальная префронтальная кора активируется при предъявлении эмоциональных стимулов, эмоциональных воспоминаниях, и внимании к собственным эмоциям (особенно вентральная часть) и, вероятно,

выполняет интегрирующую роль в обработке эмоциональных стимулов (Schurz, 2014).

Принятие решения

При принятии решения о своем дальнейшем поведении человек опирается на способность осознавать чувства других людей и сопереживать им (как от первого лица) и на способность приписывать другим людям мысли, мотивацию и намерения (Nari, Kujala, 2009). Сложноорганизованное социальное взаимодействие обеспечивается социально-аффективными (такими как эмпатия и сострадание) и социально-когнитивными (теория сознания), способностями, которые реализуются разными системами структур головного мозга (Nari, Kujala, 2009)

Социально-аффективные способности. *Эмпатия* описывает процесс обмена чувствами, резонанса с чужими чувствами, независимо от валентности (положительные/ отрицательные), но с явным знанием того, что другой человек является источником этих эмоций (de Vignemont, Singer, 2006). Этот социально-аффективный процесс обусловлен активацией нейронных сетей, которые напоминают активации, которые наблюдаются, когда та же эмоция испытывается самим человеком (общая сетевая гипотеза) (Singer, Lamm, 2009). Например, непосредственное ощущение чувства боли и наблюдение за другим человеком, испытывающим боль, приводит к общим нейронным активациям в передней части островковой коры (anterior insula) и передней средней поясной коры (anterior middle cingulate cortex) (Goubert, 2005). Эти регионы определяются как основная сеть, которая активируется всякий раз, когда мы становимся свидетелями страдания других (Lamm et. al., 2011). Кроме того, эта сеть модулируется индивидуальными различиями в пережитом негативном воздействии и эмпатии (Singer et. al., 2004). *Сострадание* – это дополнительная социальная эмоция, вызванная свидетельством страданий других людей и связана с чувством беспокойства и мотивацией помочь (Singer, Lamm, 2009). Сочувствие и сострадание

различаются на нейронном уровне: сострадание активирует сети, которые ранее были связаны с процессами вознаграждения и присоединения, включая вентральный стриатум (ventral striatum), прилежащее ядро (nucleus accumbens), вентральную тегментальную область (ventral tegmental area), медиальную орбитофронтальную кору (medial orbitofrontal cortex) и подколенную переднюю поясную кору (subgenual anterior cingulate) (Singer, Klimecki, 2014)

Социально-когнитивные способности (понимание других людей). В отличие от социально-аффективных процессов, социально-когнитивные относятся к познанию и пониманию другого человека. Важной особенностью социального познания является способность различать себя и других, которая проявляется в ментализации – мышлении о других людях и представлении о том, что у них есть чувства, мысли, убеждения и собственные намерения, о психическом состоянии другого (Saxe, Kanwisher, 2003), то есть, отражает способность создавать модель психического состояния и своего собственного, и другого человека, названную «Theory of Mind» (ТоМ) - «Теория разума» или «Теория сознания». Две конкурирующие теории касаются развития ТоМ: 1) «теория моделирования», которая утверждает, что дети имитируют в своих мыслях действия и намерения другого человека (Davies, Stone, 1995); 2) «теория теории», которая предполагает, что дети врожденно развивают теории о мире и других людях и пытаются проверить их на практике (Churchland, 1991). В основе моделирования лежит система зеркальных нейронов (MNS), левая нижняя лобная кора (область Брока) и вентральная премоторная кора, которые служат полем взаимодействия восприятия-действия (Nishitani et. al., 2005) и, используются в процессе контроля движений и для предсказания сенсорных последствий собственных действий; аналогичная роль была отнесена и к теменной доле (Iacoboni, 2005). Ключевыми регионами головного мозга, участвующими в ТоМ, являются вентральная часть височно-теменного соединения (ventral temporoparietal junction), верхняя височная борозда (superior temporal sulcus), височные полюса (temporal poles), медиальная

префронтальная кора (medial prefrontal cortex) и предклинье/задняя поясная кора (precuneus/posterior cingulate) (Schurz, 2014). А также различные области мозга, связанные с контролем (передняя поясная область/anterior cingulate), оценкой (дорсомедиальная префронтальная кора/dorsomedial prefrontal cortex), представлением (орбитомедиальная префронтальная кора/orbitomedial prefrontal cortex) и интеграцией (задняя поясная кора головного мозга/posterior cingulate cortex) стимулов, которые человек соотносит с собой (Hari, Kujala, 2009) и которые непосредственно относятся социальному познанию (Schilbach, 2008). Дорсомедиальная префронтальная кора и медиальные теменные области (в предклинье) активируются, когда субъекты наблюдают за социальным взаимодействием между другими людьми (Iacoboni et. al., 2004), а передняя парасингулярная кора – при рассматривании других взаимодействующих субъектов и попытке понять их намерения (Walter et. al., 2004).

Две сети, связанные с эмпатией и ТоМ, активируются совместно для комплексных оценок чужих чувств, обеспечивая способность логически вывести то, что чувствует кто-то еще (Cunningham et. al., 2004) и предоставляют возможность понимания эмоциональных и когнитивных состояний партнеров по взаимодействию, формируя основу для гибкого интерактивного поведения и принятия социальных решений. Взаимосвязь социальных эмоций и социального познания играет важную роль в прогнозировании просоциального поведения (Donald, 2005), а нарушения в эмпатии или ТоМ связаны с антисоциальным поведением, например, с гиперагрессией (Bufalari et. al., 2007).

Таким образом, социальный мозг поддерживается различными функциями и лежащими в их основе нейронными сетями, среди которых важно различать социально-эмоциональные и социально-познавательные пути к пониманию других. Обмен эмоциональными состояниями с другим человеком (эмпатия), чувство заботы о другом (сострадание) и представление о психическом состоянии другого человека (ТоМ) разделяются на

концептуальном, поведенческом и нейронном уровнях. В то же время эти социальные способности совместно активируются и взаимодействуют в сложных социальных ситуациях. Обработка социально значимой информации имеет сложную многоуровневую организацию, «социальный ум» (social mind) – не монолитный «социальный интеллект», а динамическое взаимодействие между различными функциями и обеспечивающими их нейронными сетями, которые позволяют гибко организовывать социальное взаимодействие согласно существующим обстоятельствам.

Бессознательная (автоматическая) и сознательная обработка информации

Бессознательная обработка информации начинается с процесса восприятия информации в виде стимулов определенной модальности, и ее связывают преимущественно с активностью теменной коры (дорзальный зрительный путь), в то время как сознательное восприятие происходит на более поздних этапах, и связывается с активностью височной коры (вентральный зрительный путь) (Milner, Goodale, 2008).

Существует представление о том, что автоматические и контролируемые процессы обработки эмоциональной информации поддерживаются различными системами нейронных субстратов (Smith, DeCoster, 1999; Critchley et al., 2000; Scheuerecker et al., 2007; Lane, 2008).

X-система (refleXive) соответствует автоматической – рефлекторной – системе социального познания. Нейронные области, связанные с X-системой, представляют собой миндалину, базальные ганглии (Williams et al., 2006), вентромедиальную префронтальную кору, латеральную височную кору и дорсальную переднюю поясную кору (Feinstein et al., 2002) и обеспечивают бессознательные, филогенетически древние процессы, такие как социальная интуиция и гендерные стереотипы поведения, протекающие параллельно и быстро. В подсознательной обработке эмоциональной информации участвуют

также таламус, гипоталамус (hypothalamus), гипофиз (pituitary) и ядра ствола мозга (brainstem nuclei) (Biraben et al., 2001; Lane, 2008; Tamietto et al., 2009).

C-система (refleCtive) соответствует контролируемой системе рефлексивного, сознательного социального познания. Нейронные области, связанные с C-системой, представляют собой гиппокамп, латеральную префронтальную кору, медиальную префронтальную кору, латеральную теменную кору, медиальную теменную кору, медиальную височную долю и ростральную поясную кору (Lieberman et al., 2002; Satpute, Lieberman 2006) и обеспечивают более медленные последовательные процессы обработки и отбора информации, обучения, а также эмоциональной-волевой регуляции поведения. Передняя поясная извилина играет важную роль в процессе сознательной обработки эмоциональной информации (Williams et al., 2006).

Существуют данные, что миндалина принимает участие и в сознательной, и в подсознательной обработке эмоциональной информации (Morris et al., 1998). Существуют независимые нейронные пути: первый идет от таламуса к миндалине (thalamo-amygdala pathway) и обеспечивает быструю и достаточно грубую обработку эмоциональной информации, не достигающую уровня сознания; второй идет от неокортекса к миндалине (neocortical-amygdala pathway) и осуществляет более детальную и, соответственно, более длительную обработку эмоциональных стимулов, которые воспринимаются сознательно (LeDoux, 1996). В ряде исследований показано, что активность миндалины больше при подсознательной, чем при сознательной обработке эмоциональной информации (Morris et al., 1998; Winkielman, Berridge, 2004). Считается, что это связано с нисходящими тормозными влияниями от вентральной и дорзальной областей медиальной префронтальной коры (Lane, 2008; Williams et al., 2006). Быстрая первичная обработка эмоциональных стимулов миндалиной, по-видимому, необходима для стремительных реакций, часто рефлексорных, возникающих в ситуациях, когда необходима максимально быстрая оценка потенциальной опасности стимулов и их угрозы жизни (Lane, 2008). Более поздний анализ информации

с учетом ее контекста и имеющихся целей происходит в миндалине совместно с другими областями мозга, например, с передними отделами височной коры. Миндалина принимает участие и в комплексном решении о доверии к другим людям (Adolphs et al., 1999).

Ряд структур, как и миндалина, принимают участие как в процессах как бессознательной, так и сознательной обработки эмоциональных стимулов. К ним относятся островок (*insula*) (Augustine, 1996) и корковые области – вентральная часть передней поясной извилины (*subgenual anterior cingulate gyrus*) (Williams et al., 2006) правая теменная кора (*right parietal cortex*) (Iidaka et al., 2001), нижняя лобная кора (*inferior frontal cortex*) (Critchley et al., 2000; Ishai et al., 2005; Liddell et al., 2005).

1.3. Тета-ритм как коррелят взаимосвязи личности и социального взаимодействия

Как было описано выше, осцилляции тета-ритма (ERS) (4-7 Гц) продуцируемые гиппокампом (Buzsaki, 2004, 2006) и передней поясной извилиной (ACC) (Pizzagalli et al., 2003; Nishida et al., 2004) ассоциируются с различением эмоционально значимых визуальных стимулов (Aftanas et al., 2001; 2003; Krause et al., 2000) и в целом сопровождают эмоциональные состояния. Осцилляции тета-диапазона достаточно подробно исследованы в процессе распознавания и обработки мотивационной и эмоциональной значимости стимула (Basar, 1998, 1999): в ответ на эмоциональные выражения лиц (Balconi, Lucchiari, 2006; Zhang et al., 2012; Gonzalez-Roldan et al., 2011; Knyazev et al., 2009; Kostandov et al., 2010) и на предъявление других эмоциональных стимулов (Aftanas et al., 2004; Doppelmayr et al., 2002a; Nishitani, 2003; Güntekin, Basar, 2009; Gonzalez-Roldan et al., 2011), в связи с чем предполагается, что функция тета-ритма в эмоциональных процессах заключается в обеспечении состояния бдительности и готовности к переработке информации в раннем временном интервале (до 300-400 мс) с локализацией в гипоталамусе и миндалине (Seidenbecher et al., 2003), а также

в процессе принятия решений (Cohen et al., 2007; Sobotka et al., 1992), в том числе о дальнейшей стратегии поведения (Kamarajan et al., 2008; Cohen et al., 2009), и с мониторингом действий и когнитивным контролем (Cohen et al., 2009; Nigbur et al., 2012) при локализации в центрально-фронтальных отделах (Vinogradova, 1995).

Многие личностные черты имеют четкое эмоциональное и мотивационное ядро (Stemmler, Wacker, 2010), и индивидуальные различия, связанные с личностными чертами, оказывают ключевое влияние на то, как мы воспринимаем и реагируем на эмоции (Britton et al., 2007) и эмоциональные стимулы (Gomez, Gomez, 2002; Knyazev et al., 2002, 2008). Действительно, наша личность и наше эмоциональное состояние оказывают большое влияние на нашу жизнь и то, как мы взаимодействуем с окружающим нас миром и людьми (Hamann, Harenski, 2004). Это ярко демонстрируют данные о связи высокого нейротизма с негативной эмоциональностью, а экстраверсии – с позитивной (Canli et al., 2001). Эти хронические аффективные стили, связанные с личностью, настраивают аффективную систему так, что она становится более чувствительной к одному классу стимулов, чем к другому (Fruhholz et al., 2010). Личность включает в себя интегрированный образ мышления, чувств и поведения, которые варьируются между индивидами, но относительно стабильны во времени в популяции.

Как было отмечено выше, ЭЭГ-корреляты суперфакторов Айзенка исследовались преимущественно в покое, и альфа-ритм являлся основным показателем оценки связи личности и активности мозга. Альфа-диапазон рассматривается как коррелят личности при отсутствии внешней стимуляции, а при различных когнитивных процессах рассматривается как механизм торможения (Knyazev, 2007; Klimesch et al., 2007), и большая часть исследований изменения спектральной мощности альфа-ритма (8-12 Гц) (ERD/ERS), как правило, не связана с изучением эмоций (Jausovec, Jausovec, 2007; Tran et al., 2006). Исследования, связанные с эмоциями (Aftanas et al., 2001, 2002; Balconi, Lucchiari, 2006, 2008; Güntekin, Basar, 2009; Gonzalez-

Roldan et al., 2011), в том числе их корреляциями с выраженностью личностных черт (Aftanas et al., 2003a; Knyazev et al., 2008; Koehler et al., 2011), сосредоточены на тета-полосе (4-8 Гц). Синхронизация тета-ритма, генерируемого взаимосвязанными между собой системами, включающими гиппокамп, структуры промежуточного мозга и неокортекса (Kirk, Maskau, 2003), связываемая с состоянием эмоционального возбуждения и интеллектуального напряжения (Basar-Eroglu et al., 1992, 2001; Klimesch et al., 1999; Mazaheri, Picton, 2005; Knyazev, 2007), и коррелирующая с индивидуальной эмоциональной чувствительностью (Knyazev, Slobodskoj-Plusnin, 2007; Knyazev et al., 2008, 2009) противопоставляется синхронизации альфа-ритма (Klimesch, 1996), связываемой с состоянием покоя и торможением психических процессов (Pfurtscheller et al., 1999; Pfurtscheller, 2003; Klimesch et al., 1999, 2007). Таким образом, осцилляторная активность в тета-диапазоне, ассоциированная с обработкой эмоциональной информации, в том числе на разных этапах социального поведения, отражающая общее (независимого от валентности) эмоциональное возбуждение, представляется наиболее информативным показателем связи личности и активности мозга в ситуациях социального взаимодействия.

1.3.1. Временной интервал реакции на стимулы

Согласно рефлексивно-импульсивной модели (Strack, Deutsch, 2004), социальное поведение можно объяснить как функцию двух разных видов процессов: как рефлексивный (аспекты ситуации сознательно воспринимаются, знания о ценности и последствиях поведенческих вариантов взвешиваются, и принимается решение о действии) и как автоматический (перцептивный ввод непосредственно инициирует активацию элементов в ассоциативной сети, а распространение активации автоматически приводит к активации поведенческих схем).

Считается, что на эти импульсивные процессы влияют склонность к поведению приближения или поведению избегания (BAS/BIS). Эти тенденции

взаимодействуют с автоматическим восприятием ситуационных аспектов и поведенческой активацией механизма в сторону приближения или избегания. Типичное функционирование импульсивных процессов (то, как автоматически обрабатываются ситуативные сигналы, и какие действия автоматически выполняются) должно приводить к перманентным ассоциативным связям между ассоциативными сетевыми элементами (Back et al., 2009). Чем чаще человек выполняет определенное действие (устанавливает контакт), тем сильнее будет связь между понятием «я» и «соответствующей чертой» (я – общительный). Таким образом, меры ассоциативных представлений о себе являются предикторами автоматического выбора поведения в данной ситуации (Asendorpf et al., 2002).

Существуют данные о том, что бессознательная/автоматическая обработка стимулов происходит в первые 100-300 мс после подачи стимула, тогда как сознательная обработка начинается после 300 мс (Velmans, 1991, Libet, 2006). Определенные временные диапазоны с момента предъявления стимула связываются с различными этапами в процессах социального взаимодействия: распознавание лица происходит на этапе 100-200 мс (Bachmann, 2000), а определение эмоционального выражения в интервале 200-400 мс (Güntekin, Basar, 2009). Таким образом, автоматические импульсивные реакции, связанные с личностными чертами в процессе социального взаимодействия, должны проявиться уже в первые 100-300 мс.

В связи с этим мы рассматриваем осцилляции в тета-диапазоне в интервале 100-300 мс как наиболее информативный для исследования индивидуальных различий в эмоционально-мотивационных процессах людей с разными личностными особенностями в процессе социального взаимодействия, позволяющий определить автоматические неосознаваемые паттерны восприятия и поведения.

1.3.2. Определение локализации индивидуальных различий осцилляторной активности

Хотя некоторые психологические детерминанты индивидуальной изменчивости эмоциональной реактивности были определены на поведенческом уровне, исследователи относительно недавно начали изучать механизмы мозга, которые могли бы обеспечить эту индивидуальную изменчивость (Canli et al., 2001). В то время как поведенческие и когнитивные показатели представляют собой результат совокупного воздействия всех компонентов активности головного мозга во время выполнения определенной задачи, нейровизуализация может изолировать специфические аспекты нервной реактивности, поскольку они зависят от конкретных личностных измерений. Эти индивидуальные различия могут проявлять значительную стабильность среди участников, демонстрируя, что они не являются случайными и относятся к чертам, которые различны между индивидами, но последовательны внутри личности (Canli, 2004). При корреляционном подходе к изучению осцилляторной динамики мозга индивидуальные различия в реакциях нервной системы представляют собой не шум, а ценный сигнал, который может многое рассказать о функциональной активности мозга, имеющей фундаментальное значение для изучения социального взаимодействия. Определение локализации предполагаемых различий в тета-синхронизации при восприятии эмоционально значимых стимулов позволит не только выявить общий паттерн волновой активности, но и конкретизировать ее особенности, связанные с конкретной церебральной структурой.

Конечно, попытки измерить аффективное воздействие на мозг при помощи показателей изменения мощности электрической активности, зарегистрированной с поверхности головы, как это обычно делается в топографических исследованиях ЭЭГ, слишком далеки от исследований активности подкорковых генераторов эмоций, проведенных на животных (Panksepp, 1998, 2000). В то же время существуют данные (Knyazev et al.,

2010), позволяющие сделать заключение, что определенная картина активности в подкорковых областях коррелирует с различными формами активности в тета-полосе в коре в самые ранние периоды восприятия эмоций. Действительно, в исследовании с применением магнитоэнцефалографии показано, что связанная с событиями тета-синхронизация (ERS) гиппокампа в ответ на негативные и позитивные эмоциональные картины с некоторой валентной дифференциацией связаны с различиями в кортикальной тета (Nishitani, 2003). Таким образом, в данной работе кортикальная тета рассматривается как продолжение тета, обычно встречающейся в областях лимбической системы (включая амигдалу и чаще всего гиппокамп) и определяется как показатель активности мозга, отражающий особенности эмоциональных процессов социального взаимодействия. Предполагается, что определение локализации источников выявленной активности и сопоставление ее с существующими данными, позволит уточнить функциональное значение обнаруженных различий.

1.3.3. Резюме

Исследователи в области взаимодействия личности и ситуации (Stemmler, Wacker, 2010) предполагают, что наиболее ярко влияние личности на физиологическом уровне будет проявляться в эмоционально или мотивационно значимых для конкретных индивидуумов ситуациях (например, большая реакция страха у людей, склонных к переживанию страха, в ситуациях, его вызывающих). Таким образом, можно предположить, что наиболее ярко связь тета-осцилляций мозга как маркера особенностей эмоционального реагирования в процессе социального взаимодействия с суперфакторами личности, проявится в ситуациях взаимодействия, наиболее соответствующих личностным чертам суперфактора. В модели данного исследования трех суперфакторов личности по Айзенку (Eysenck, Wilson, 2000) мы предлагаем исследовать следующие стратегии поведения: склонность экстравертов к общению с другими людьми (условно названное в

эксперименте как «предложение дружбы»), индивидов с высокими оценками по шкале нейротизма – к избеганию контакта (в эксперименте – «уклонение от контакта»), а склонность людей с высокими оценками по шкале психотизма – к агрессии и нападению в связи с импульсивностью и высокой агрессивностью (условно обозначенные как «атака»). В связи с тем, что выражение лица, как известно, имеет глубокое значение для регулирования социальных взаимодействий (Fridlund, 1994) и влияет на выбор типа взаимодействия (Knutson, 1996), например, выражение радости может действовать как сигнал приближения и трактоваться как приглашение к дружескому взаимодействию (Izard, 1993), в исследовании тета-осцилляций в ситуациях типичных выборов мы фокусируемся на атаке и избегании гневных лиц и на предложении дружбы счастливым лицам как наиболее естественных сочетаниях, создающих ситуации для максимального проявления конгруэнтных им черт.

Важно понимать, что психофизиологическое исследование социального взаимодействия возможно лишь в условиях моделирования этого взаимодействия в условиях лаборатории. В связи с этим возникает вопрос о достоверности полученных результатов в условиях лабораторного эксперимента и возможности их экстраполяции на поведение в реальной ситуации. В этом контексте 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). Обзоры показывают, что прогностическая достоверность условных аналитических тестов агрессии аналогична показателям индивидуальной оценки личности, и что они не подвержены искажениям в связи с социальной желательностью, если людям не говорят, что тест измеряет агрессивность (LeBreton et al., 2007). По подобию приведенных исследований мы полагаем, что поведение в смоделированной ситуации взаимодействия в условиях

лаборатории будет отражать тенденции поведения испытуемых в социуме при условии соответствующим образом (неявно) сформулированной инструкции.

В результате исследований с применением ситуационных оценочных тестов, направленных на исследование постоянства личности в различных ситуациях (Motowidlo et al., 2006; Lievens, Motowidlo 2015), было сделано предположение, что «неосознаваемые стратегии черт» (Motowidlo et. al., 2006) влияют на процедурные знания о поведении, связанном с чертой, которое было бы наиболее эффективным в контексте конкретной ситуации. Например, люди предпочитают общение с другими людьми, так как лучше способны различать разные нюансы вступления в контакт. Способности лучше устанавливать контакт связаны с тем, что они обладают определенными личностными чертами (экстравертированность), которые проявляются в автоматических реакциях, наиболее эффективных в данной ситуации.

Связь эффективности и активности мозга исследовалась в рамках теории нейронной эффективности (Haier et al., 1988). В процессе проверки данной теории в результате множества исследований активности мозга с применением фМРТ и ЭЭГ (Neubauer, Fink, 2009) был сделан вывод о том, что большая эффективность решения субъективно несложных когнитивных задач, в решении которых выработаны определенные стратегии, связана с меньшей активацией передних отделов мозга. В ЭЭГ-исследованиях (Neubauer et al., 1995; Smith et al., 1999; Jausovec, 2000; Micheloyannis et al., 2006) показано, что большая мощность в альфа-диапазоне (что интерпретируется как меньшая активация мозга) ассоциируется с лучшими/большими способностями и навыками, а большая тета-синхронизация - с состоянием напряжения при решении когнитивных задач (Mitchell et al., 2008). Спектральная амплитуда тета-ритма также положительно коррелирует с уровнем сложности задания (Caplan et. al., 2001). При этом мощность тета-ритма уменьшается при нарастании эффективности выполняемого задания (Klimesch et al., 1999). В соокупности приведенные данные позволяют сделать вывод, что при выборе поведения, конгруэнтного личностным чертам, ассоциированного с

отработанными стратегиями поведения и лучшими навыками в подобных ситуациях, мощность тета-ритма будет меньшей. В данном исследовании предполагается, что для людей с высокими оценками по шкалам суперфакторов экстраверсии, нейротизма и психотизма выбор предпочтительного типа социального взаимодействия связан с меньшей вызванной мощностью тета-ритма (тета-синхронизацией).

Таким образом, в данной работе осуществлена попытка определения индивидуальных различий с учетом вышеперечисленных условий: исследование взаимосвязи конкретных личностных особенностей – суперфакторов личности Айзенка – в конкретных ситуациях социального взаимодействия (при выборе предпочтительного типа социального взаимодействия с определенными выражениями лиц) с применением конкретного показателя активности мозга – тета-осцилляций, – отражающего уровень эмоциональной значимости ситуации. Наличие конкретной гипотезы исследования позволяет нам сузить фокус поиска, а комплекс методов психофизиологического исследования – получить надежные, достоверные результаты. Помимо выявления корреляций перечисленных параметров, мы совершаем попытку обобщить полученные результаты и существующие данные, выдвинув предположение о причине обнаруженных явлений.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Испытуемые

В исследовании приняли участие 49 человек (27 мужского и 22 женского пола, средний возраст $20,5 \pm 2,3$ года), преимущественно студенты высших учебных заведений. В эксперименте с исследованием ЭЭГ участвовали праворукие испытуемые, подтвердившие отсутствие физических и нервно-психических заболеваний. Все испытуемые дали информированное согласие на участие в эксперименте. Работа была одобрена Этическим комитетом ФГБУ НИИ физиологии и фундаментальной медицины СО РАМН. За участие в эксперименте все испытуемые получили денежное вознаграждение.

2.2. Методы исследования

2.2.1. Личностный опросник

Для определения личностных особенностей использовался **личностный профиль Айзенка EPP-S V6** (Eysenck Personality Profiler Short V6 (Eysenck et al., 2000) - адаптированная русская версия, показавший достаточно высокую дискриминативность и внутреннюю согласованность (Knyazev et al., 2004). Коэффициент Альфа Кронбаха варьировал от 0.70 (для шкалы «Активность» у мужчин и «Склонность к риску» у женщин) до 0.88 (для шкалы «Склонность к пониженному настроению» у мужчин).

Личностный профиль EPP-S V6 является краткой версией личностного профиля EPP V6, разработанного для измерения индивидуальных черт, составляющих три суперфактора модели личности Айзенка (Eysenck, Wilson, 2000). Укороченная версия EPP-S (Eysenck et al., 2000) была создана для исследования в ситуациях, когда предпочтительна более быстрая оценка, так как первоначальный вариант оказался слишком длительным для некоторых исследований. Ряд исследований подтвердили структурную валидность (Jackson et. al., 2000; Petrides et. al., 2003) и продемонстрировали кросс-

культурную стабильность профилей (Muris et. al., 2000; Moosbrugger, Fischbach, 2002).

Опросник состоит из 200 утверждений, оцениваемых по десяти шкалам, одна из которых – шкала лжи, а девять являются фасетами трех личностных конструктов: экстраверсии, нейротизма и психотизма. Шкала Экстраверсии включает в себя три черты: Общительность (Sociability), Активность (Activity), Ассертивность/напористость (Assertiveness). Шкала нейротизма включает: Тревожность (Anxiety), Низкую самооценку/чувство неполноценности (Inferiority), Склонность к пониженному настроению (Unhappiness). Шкала психотизма включает: Склонность к риску (Risk-taking), Импульсивность (Impulsiveness), Безответственность (Irresponsibility). В анализ вошли 9 шкал: анализировались как суперфакторы (Е, Н, П), так и фасеты этих суперфакторов.

2.2.2. Стимульный материал

В качестве стимулов использовались фотографии из коллекции Ekman и Friesen (Ekman, Friesen, 1976), высокая надежность которых подтверждена множеством кросс-культурных исследований (Adolphs, 2002; Morris et al., 1998), что позволяет сравнивать результаты различных экспериментов.

Предъявлялись 30 фотографий с тремя типами выражений лиц – гневное, счастливое и нейтральное, по 10 лиц каждого типа, из которых 5 женского и 5 мужского пола. Фотографии размером 12 x 15 см предъявлялись в черно-белом формате на экране монитора размером 17 x 17 см (Пример фотографий в Приложении 1).

2.2.3. Электроэнцефалография

Регистрация ЭЭГ

Для записи ЭЭГ использовался цифровой многоканальный электроэнцефалограф "Нейровизор-24" с 32 электродами, расположенными по системе 10-20. В качестве референта использовали объединенные электроды, помещенные на сосцевидные отростки, электрод заземления располагался в

центре лба. Два канала использовали для записи окулограммы. Аналоговый сигнал усиливался с помощью многоканального усилителя биопотенциалов с полосой пропускания 0,05–70 Гц и конвертировался в цифровой с частотой квантования 300 Гц. Запись окулограммы использовали для выявления артефактов, связанных с движениями глаз.

Процедура эксперимента

Во время записи ЭЭГ испытуемые находились в звукоизолированной комнате с приглушенным освещением в положении сидя в кресле. На расстоянии 1 метр, напротив глаз испытуемого располагался монитор (LG Flatron L1730S, LCD, 17", разрешение 1280x1024), на котором предъявлялся стимульный материал. Перед началом задания регистрировалась спонтанная (фоновая) электрическая активность, которая анализировалась отдельно, и результаты анализа не вошли в текст диссертации. После этого начинался эксперимент. На мониторе появлялась инструкция для игры: “Представьте, что лица, которые Вы увидите на экране, это живые люди, с которыми Вам нужно вступить в контакт. Вы можете предложить дружбу, атаковать, или уклониться от контакта”. Затем следовали три пробных предъявления, чтобы убедиться, что испытуемый правильно понял инструкцию (в анализ не включались). Последовательность предъявления была следующей: за одну секунду до предъявления каждого лица в центре экрана появлялся крест. Изображение лица сохранялось на экране до момента нажатия испытуемым одной из трех клавиш клавиатуры: “1” – уклонение от контакта; “2” – атака; “3” – дружба (Рис. 1). Нажатие клавиш осуществлялось указательным, средним и безымянным пальцами правой руки. Участники эксперимента использовали клавиши «1», «2» и «3», расположенные справа на добавочной клавиатуре. Количество стимулов равнялось 150: три типа лиц (счастливые, нейтральные, гневные) по 50 стимулов каждой категории. Межстимульный интервал случайным образом варьировался между 4 и 7 с. Лица с гневными,

счастливыми и нейтральными выражениями предъявлялись в случайном порядке.



Рисунок 1. Схема предъявления лиц

Общая продолжительность экспериментальной части с ЭЭГ составляла около 1-1,5 часов в зависимости от скорости выполнения задания испытуемыми.

Предварительная подготовка и анализ данных ЭЭГ

В качестве тестового интервала использовали промежуток времени в 1000 мс после предъявления лица, отрезок записи 1000 мс до предъявления креста рассматривался как предстимульный интервал.

Артефакты устранялись с помощью метода Анализа Независимых Компонент (Independent Components Analysis, ICA) в пакете EEGLAB toolbox (<http://www.sccn.ucsd.edu/eeglab/>) и при визуальном просмотре. ЭОГ использовалась для выявления артефактов, связанных с движением глаз. По причине большого количества артефактов, данные 5 испытуемых не были включены в анализ. Таким образом, в итоговый анализ вошли данные 44 человек (23 мужчины, 21 женщина).

Спектральная мощность в межстимульном интервале

Спектральная мощность для предстимульного (межстимульного) интервала рассчитывалась с использованием модифицированного метода Welch и окна Хамминга с 50%-перекрытием эпох. Для нормализации данных показатели мощности логарифмировались. Оценки спектральной мощности были усреднены по частотному диапазону 4-8 Гц (тета).

Связанные с событием спектральные пертурбации

Для оценки изменений спектральной мощности, вызванных предъявлением лиц, в каждой пространственно-частотно-временной точке рассчитывали связанные с событиями спектральные пертурбации (event-related spectral perturbations), далее – CCCП. ERSP – это вызванное каким-либо стимулом изменение спектральной мощности по сравнению с предстимульным интервалом, рассчитанное для каждого частотно-временного диапазона по формуле: $ERSP = \log(\text{test}) - \log(\text{bkgd})$, где $\log(\text{test})$ – логарифм спектральной мощности в каждой точке частотно-временного интервала после предъявления стимула; $\log(\text{bkgd})$ – средний для данного частотного интервала логарифм спектральной мощности предстимульного интервала. Расчет ERSP осуществлен при помощи программного обеспечения EEGLAB toolbox (Makeig et. al., 2004) версии v7.1.3.12b, v7.1.3.13b, v7.1.4.17b (<http://www.sccn.ucsd.edu/eeglab/>).

Частотно-временное разложение сигнала проводилось с помощью вейвлета Morlet, при этом число циклов линейно увеличивается с частотой. Этот способ позволяет получить лучшее частотное разрешение в более высоких частотах, чем традиционный вейвлет подход с использованием постоянного количества циклов, и лучше подходит для линейной шкалы, которая используется для визуализации результатов (Makeig et. al., 2004). Частотное разрешение составило 0.29 Гц, временное разрешение – 6.7 мс.

Локализация источников электрической активности

Локализацию источников электрической активности, регистрируемой на поверхности головы, проводили в пакете sLORETA.

Метод sLORETA (Standardized low resolution brain electromagnetic tomography) (Pascual-Marqui, 2002) рассчитывает стандартизованные значения плотности источников тока в 6239 объемах мозга размером 5 x 5 x 5 мм на основе коркового распределения потенциалов. В основе алгоритма этой программы положение о том, что регистрируемая на поверхности черепа ЭЭГ

генерируется синхронизованными постсинаптическими потенциалами больших нейронных популяций. В sLORETA используется трехслойная сферическая модель головы, соотнесенная с оцифрованным атласом Talairach and Tournoux (1988, Brain Imaging Centre, Montreal Neurological Institute). Область локализации ограничена областью серого вещества коры и гиппокампа. С помощью sLORETA для каждой эпохи, включавшей 1000 мс до предъявления креста и 1000 мс после начала предъявления лица, рассчитывался динамический кросс-спектр. Впоследствии для каждого из 6239 вокселей рассчитывалась плотность источников тока в тета диапазоне (4-8 Гц) в исследуемом интервале.

2.3. Статистический анализ данных

2.3.1. Поведенческие данные

Для статистического анализа полученных экспериментальных данных применялись методы дисперсионного (ANOVA) и корреляционного (коэффициент корреляции Пирсона) анализов с использованием программы SPSS 13.0 с применением поправок Гринхауза-Гейссера и Бонферрони, где это было необходимо. Для проверки нормальности распределения данных был использован тест Колмогорова-Смирнова.

Корреляционный анализ проводился как для шкал суперфакторов и суммарных оценок выборов каждого типа поведения (атака, избегание контакта, предложение дружбы) независимо от типа лица, так и для шкал суперфакторов и их фасетов по отношению к суммарным оценкам выборов каждого типа поведения в зависимости от типа выражения лица (гневные, нейтральные, счастливые). После применения коррекции на множественные сравнения Бонферрони был установлен уровень статистической значимости равный $p = 0,005$ (9 переменных) и $p = 0,002$ (21 переменная), соответственно.

2.3.2. Данные ЭЭГ

При анализе данных ERSP использовали массовый анализ на уровне отдельных переменных (mass-univariate approach). Этот подход для анализа данных, разработанный изначально для исследований фМРТ (Worsley et al., 1996), в последнее время становится наиболее популярным при анализе ЭЭГ-данных, так как, в отличие от традиционного дисперсионного анализа, он более чувствителен к локальным эффектам (Friston, 1997). Этот анализ проводили с использованием пакета EEGLAB toolbox. Поправку на множественные сравнения делали методом контроля ложных эффектов (False Discovery Rate, FDR) (Holm, 1979) на уровне $p = 0,05$.

Реализованный в EEGLAB toolbox статистический анализ изменений СССП для каждого вокселя (точки пространственно-частотно-временного разложения) проводился с применением t-критерия для независимых выборок. Визуальное частотно-временное представление оценок СССП было реализовано с использованием функции statcond EEGLAB toolbox.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Особенности выбора типа поведения у испытуемых с разными личностными особенностями

При сравнении показателей суперфакторов личности по полу достоверных различий не установлено (Таблица 1).

Таблица 1. Средние значения и стандартное отклонение показателей суперфакторов личности

Шкала	Пол	N	M	δ	t	p
Экстраверсия	Женщины	21	51,7	13,9	-0,38	0,7
	Мужчины	23	50,2	12,9		
Нейротизм	Женщины	21	43,9	16,2	-0,85	0,4
	Мужчины	23	38,9	21,9		
Психотизм	Женщины	21	48,6	9,3	-0,13	0,89
	Мужчины	23	48,1	11,9		

Примечание. N — количество испытуемых; t, p - значения T-критерия для независимых выборок.

3.1.1. Дисперсионный анализ

Личностные переменные вводили как ковариат, а тип поведения, который выбирают (3: атаковать, избежать контакта, предложить дружбу), тип лица (3: гневное, нейтральное, счастливое) и пол лица (2: мужчины, женщины) – как повторности (within-subject factors). Результирующая переменная – количество выборов, которые испытуемый сделал для каждого сочетания факторов.

В среднем по выборке испытуемые чаще предлагали дружбу и реже избегали контакта ($F(2, 90) = 15,6, p < 0,001, \eta^2 = 0,26$). В среднем, дружба была выбрана в 44%, атака в 31%, и избегание в 25% испытаний. На выбор одного из трех типов поведения влияло эмоциональное выражение

предъявляемого лица ($F(4, 180) = 61,0, p < 0,001, \eta^2 = 0,57$), которое объясняло 56% вариации выбора. Испытуемые чаще атаковали и избегали гневные лица и чаще предлагали дружбу счастливым. Независимо от эмоционального выражения предъявляемого лица и пола испытуемого чаще атаковали мужчин, чем женщин ($F(2, 90) = 3,8, p < 0,05, \eta^2 = 0,08$). Все эффекты пола участника, в том числе взаимодействие пола с личностью, были недостоверными.

Обнаружено **значимое взаимодействие** экстраверсии с выбором типа взаимодействия ($F(2, 88) = 2,4, p < 0,05, \eta^2 = 0,052$). Анализ контрастов методом отклонения от среднего уровня (deviation) показал, что эффект экстраверсии был значимым для выбора дружбы, $F(1, 44) = 8,5, p < 0,005, \eta^2 = 0,16$, но не для двух других вариантов.

Для психотизма выявлено **значимое взаимодействие** с типом лица и типом взаимодействия ($F(4, 176) = 2,4, p < 0,05, \eta^2 = 0,052$), которое оказалось достоверно значимым для сердитых ($F(2, 88) = 5,5, p < 0,005, \eta^2 = 0,11$), но не для нейтральных ($F(2, 88) = 0,5, p = 0,292, \eta^2 = 0,012$) и счастливых ($F(2, 88) = 0,03, p = 0,485, \eta^2 = 0,001$) лиц. Анализ контрастов методом отклонения от среднего уровня (deviation) показал, что для сердитых лиц достоверно значимым был выбор избегания ($F(1, 44) = 7,8, p < 0,005, \eta^2 = 0,15$) и выбор атаки ($F(1, 44) = 3,8, p < 0,05, \eta^2 = 0,08$), но не выбор дружбы.

3.1.2. Корреляционный анализ

При корреляционном анализе шкал суперфакторов (Экстраверсия, Нейротизм, Психотизм) с выбором типа поведения мы используем односторонний критерий достоверности в связи с тем, что на основе существующих данных (Eysenck, Wilson, 2000; Penley, Tomaka, 2002; Caspi, Shiner, 2006; Elliot, Thrash, 2010; Worth, Book, 2014) ожидается определенная направленность связи суперфакторов и типов поведения: экстраверты чаще выбирают дружелюбное поведение, индивиды с высокими оценками по шкале психотизм чаще проявляют агрессивное поведение, а с высокими оценками по шкале нейротизм – чаще демонстрируют избегающее поведение. Для анализа

связи шкал суперфакторов Айзенка и входящих в них шкал с выбором каждого типа поведения в зависимости от типа лица (односторонний критерий достоверности) были выделены 9 переменных: атака гневных лиц, атака нейтральных лиц, атака счастливых лиц, избегание гневных лиц, избегание нейтральных лиц, избегание счастливых лиц, предложение дружбы для гневных лиц, предложение дружбы для нейтральных лиц, предложение дружбы для счастливых лиц.

По результатам корреляционного анализа взаимосвязи шкал экстраверсии, нейротизма и психотизма с выбором каждого из трех вариантов поведения (one-tail test) выявлено, что: 1) Показатели экстраверсии достоверно положительно коррелируют с предложением дружбы ($r = 0,41$, $p < 0,005$), результаты достоверны с поправкой Бонферрони, 2) Показатели шкалы психотизма на уровне тенденции отрицательно коррелируют с избеганием контакта ($r = -0,250$, $p = 0,051$), без поправки (Таблица 2).

Таблица 2. Корреляции личностных переменных и выбора типов поведения

Шкала		Выбор «Атаковать»	Выбор «Избежать контакта»	Выбор «предложить дружбу»
Экстраверсия	Критерий Пирсона (r)	-0,055	-0,219	0,410**
	Уровень значимости (p)	0,363	0,076	0,002
Нейротизм	Критерий Пирсона (r)	0,088	0,051	-0,204
	Уровень значимости (p)	0,285	0,372	0,092
Психотизм	Критерий Пирсона (r)	0,177	-0,250	0,121
	Уровень значимости (p)	0,125	0,051	0,218

*Примечание. ** - Корреляция значима на уровне 0,005 (1-сторон.) с поправкой Бонферрони.*

По результатам корреляционного анализа взаимосвязи шкал личностного профиля Айзенка и выбора определенного варианта поведения

(атака, избегание контакта, предложение дружбы) относительно каждого из выражений лиц (гневные, нейтральные, счастливые) также были выявлены корреляции, которые были достоверны без поправки на множественные сравнения (поправка Бонферрони), но с поправкой становились недостоверны.

Экстраверсия

Показатели шкалы экстраверсии достоверно положительно коррелируют с предложением дружбы нейтральным лицам ($r = 0,29$, $p < 0,05$), и, на уровне тенденции, с предложением дружбы счастливым лицам ($r = 0,24$, $p = 0,062$). Все шкалы субфакторов коррелируют с предложением дружбы: шкала общительности положительно коррелирует с предложением дружбы счастливым ($r = 0,35$, $p < 0,01$), шкала активности – нейтральным ($r = 0,331$, $p < 0,05$) и счастливым ($r = 0,263$, $p < 0,05$) лиц, шкала ассертивности – гневным лицам ($r = 0,272$, $p < 0,05$).

Шкала ассертивности: обнаружена достоверная отрицательная корреляция с избеганием гневных лиц ($r = 0,310$, $p < 0,05$), и на уровне тенденции – нейтральных ($r = 0,244$, $p = 0,055$) и счастливых ($r = 0,245$, $p = 0,055$) лиц (Приложение 2).

Нейротизм

Обнаружена отрицательная корреляция показателей на уровне тенденции для шкалы тревожности и предложения дружбы счастливым лицам ($r = -0,242$, $p = 0,057$).

Достоверно значимых корреляций для шкалы нейротизма и выбора какого-либо варианта поведения не выявлено, однако, следует отметить общую тенденцию к отрицательной корреляции показателей шкалы и частоты предложения дружбы всем типам лиц (Приложение 3).

Психотизм

Обнаружена достоверная положительная корреляция показателей шкалы психотизма с выбором атаки гневных лиц ($r = 0,281$, $p < 0,05$),

аналогичная связь выявлена для шкал импульсивности ($r = 0,267$, $p < 0,005$) и безответственности ($r = 0,338$, $p < 0,05$).

Выявлена достоверная отрицательная корреляция показателей шкалы психотизма с избеганием гневных лиц ($r = -0,40$, $p < 0,005$), как и для шкал безответственности ($r = -0,386$, $p < 0,005$) и импульсивности ($r = -0,258$, $p < 0,05$). Также обнаружена обратная связь показателей шкалы склонности к риску с избеганием нейтральных ($r = -0,339$, $p < 0,05$) и счастливых лиц ($r = -0,307$, $p < 0,05$).

Положительная корреляция обнаружена для показателей шкалы склонности к риску и предложения дружбы гневным ($r = 0,335$, $p < 0,01$) и нейтральным ($r = 0,293$, $p < 0,05$) лицам (Приложение 3).

Таким образом, по результатам корреляционного анализа взаимосвязи экстраверсии, нейротизма и психотизма с выбором того или иного варианта поведения выявлено, что шкала экстраверсии достоверно значимо положительно коррелирует с предложением дружбы ($p < 0,005$), с поправкой Бонферрони; шкала психотизма положительно коррелирует с выбором атаки гневных лиц ($p < 0,01$) и отрицательно – с избеганием гневных лиц ($p < 0,05$). Для суперфактора нейротизм значимых корреляций не обнаружено.

3.2. Связь изменений спектральной мощности тета-ритма и суперфакторов личности при предпочтительных типах поведения

Статистический анализ связанных с событиями спектральных пертурбаций (СССП) проводился для каждого суперфактора личности и соответствующего ему выбора типа поведения для конкретного типа лица, предполагающего наиболее естественную реакцию: для экстраверсии – предложить дружбу счастливым лицам, для нейротизма – избежать контакта с гневными лицами, для психотизма – атаковать гневные лица. Для анализа рассматривали частотный диапазон 4-8 Гц (тета) и временной отрезок 100-300 мс после предъявления стимула. Для иллюстрации различий испытуемые

разделены на группы с низкими и высокими оценками по шкалам личностных суперфакторов по медиане, эффект усреднен по всем отведениям.

3.2.1. СССП у испытуемых с разным уровнем экстраверсии

По результатам статистического анализа эффектов для реакции «предложить дружбу» на счастливые эмоциональные выражения лиц для шкалы экстраверсии на уровне значимости $p < 0,05$ без поправки у испытуемых с низкими оценками по шкале экстраверсии по сравнению с испытуемыми с высокими оценками в тета диапазоне обнаружена большая мощность СССП во фронтальных областях (Рисунок 2).

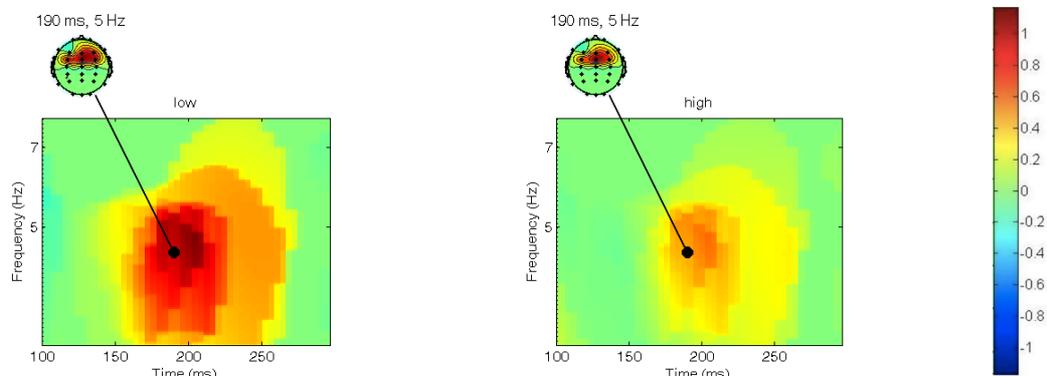


Рисунок 2. Реакция «предложить дружбу» у испытуемых с низким (слева) и высоким (справа) уровнем экстраверсии на счастливые выражения лиц.

Примечание. По оси абсцисс отражено время в мс, по оси ординат – частота в Гц. Насыщенность красного цвета отражает увеличение мощности СССП в тета-диапазоне по сравнению с фоном, насыщенность синего цвета – снижение мощности СССП, зеленый цвет - отсутствие достоверных различий, на схематичном изображении головы в верхней части рисунка - распределение наиболее выраженных эффектов. Шкала справа показывает выраженность СССП в децибелах.

Из всех рассмотренных шкал, входящих в суперфактор Экстраверсия, достоверный (сонаправленный) эффект меньшей мощности СССП для испытуемых с низкими значениями по сравнению с высокими выявлен для шкалы Общительность во фронтальной области слева, $p < 0,05$, различия достоверны с поправкой (Рисунок 3).

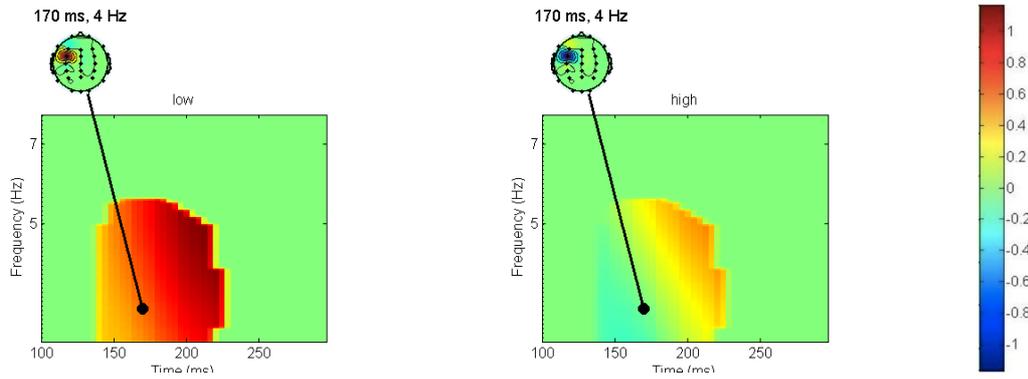


Рисунок 3. Реакция «предложить дружбу» у испытуемых с низким (слева) и высоким (справа) уровнем общительности на счастливые выражения лиц.

Примечание. По оси абсцисс отражено время в мс, по оси ординат – частота в Гц. Насыщенность красного цвета отражает увеличение мощности СССП в тета-диапазоне по сравнению с фоном, насыщенность синего цвета – снижение мощности СССП, зеленый цвет - отсутствие достоверных различий, на схематичном изображении головы в верхней части рисунка - распределение наиболее выраженных эффектов. Шкала справа показывает выраженность СССП в децибелах.

3.2.2. СССП у испытуемых с разным уровнем нейротизма

Для реакции избегания на гневные эмоциональные выражения лиц мы видим более выраженную мощность СССП в тета-диапазоне у испытуемых с низкими оценками по шкале Нейротизм по сравнению с испытуемыми с высокими оценками по шкале, $p < 0,05$ с поправкой (Рисунок 4).

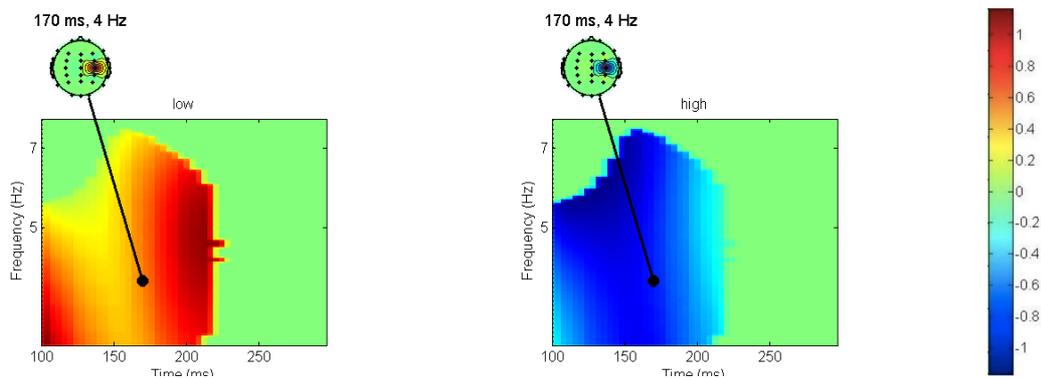


Рисунок 4. Реакция избегания у испытуемых с низким (слева) и высоким (справа) уровнем нейротизма на гневные выражения лиц.

Примечание. По оси абсцисс отражено время в мс, по оси ординат – частота в Гц. Насыщенность красного цвета отражает увеличение

мощности СССП в тета-диапазоне по сравнению с фоном, насыщенность синего цвета – снижение мощности СССП, зеленый цвет - отсутствие достоверных различий, на схематичном изображении головы в верхней части рисунка - распределение наиболее выраженных эффектов. Шкала справа показывает выраженность СССП в децибелах.

3.2.3. СССП у испытуемых с разным уровнем психотизма

В реакции атаки на гневные выражения лиц мы видим большую мощность СССП в тета-диапазоне у испытуемых с низкими оценками по шкале психотизм в отличие от испытуемых с высокими оценками по данной шкале, $p < 0,05$ с поправкой (Рисунок 5).

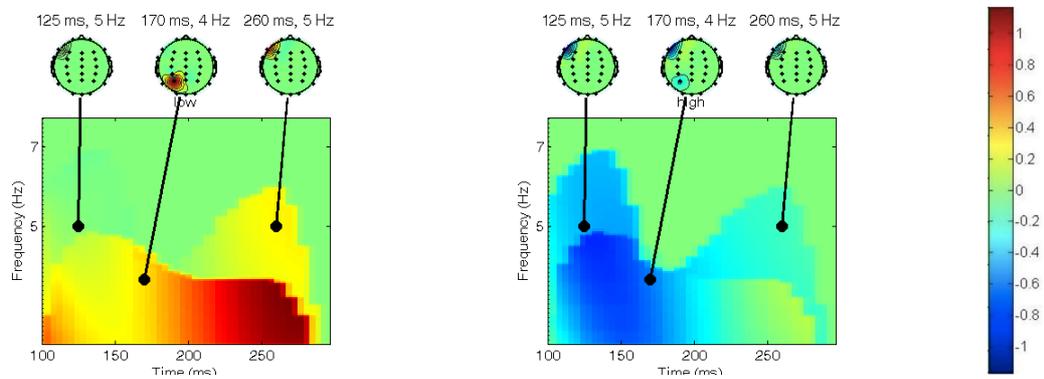


Рисунок 5. Реакция атаки у испытуемых с низким (слева) и высоким (справа) уровнем психотизма на гневные выражения лиц.

Примечание. По оси абсцисс отражено время в мс, по оси ординат – частота в Гц. Насыщенность красного цвета отражает увеличение мощности СССП в тета-диапазоне по сравнению с фоном, насыщенность синего цвета – снижение мощности СССП, зеленый цвет - отсутствие достоверных различий, на схематичном изображении головы в верхней части рисунка - распределение наиболее выраженных эффектов. Шкала справа показывает выраженность СССП в децибелах.

Из всех рассмотренных шкал суперфактора Психотизм достоверный эффект выявлен для субшкалы Импульсивность. По результатам анализа достоверно большая ($p < 0,05$ с поправкой) мощность СССП в тета-диапазоне выявлена для испытуемых с низким уровнем импульсивности (Рисунок 6).

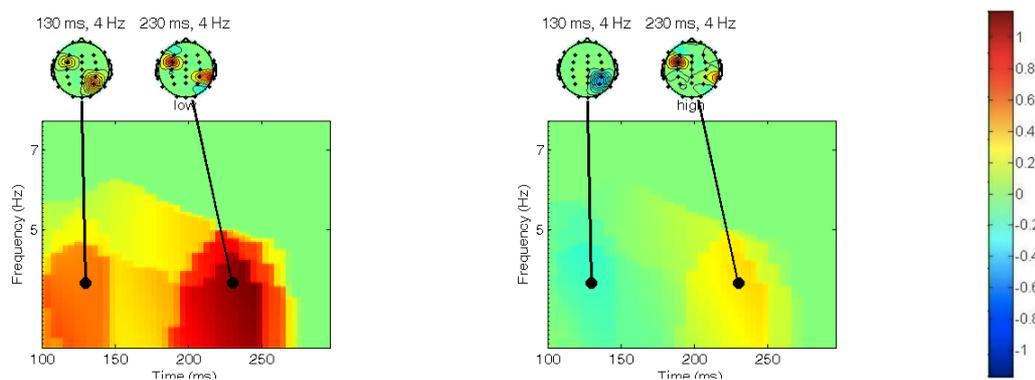


Рисунок 6. Реакция атаки у испытуемых с низким (слева) и высоким (справа) уровнем импульсивности на гневные выражения лиц.

Примечание. По оси абсцисс отражено время в мс, по оси ординат – частота в Гц. Насыщенность красного цвета отражает увеличение мощности СССП в тета-диапазоне по сравнению с фоном, насыщенность синего цвета – снижение мощности СССП, зеленый цвет - отсутствие достоверных различий, на схематичном изображении головы в верхней части рисунка - распределение наиболее выраженных эффектов. Шкала справа показывает выраженность СССП в децибелах.

В связи с тем, что СССП является разницей между престоимым и тестовым интервалом, мы провели проверку наличия либо отсутствия влияния личности на мощность в фоне. По результатам статистического анализа спектральной мощности в межстимульном интервале различий для испытуемых по выделенным шкалам и для соответствующих вариантов поведения не выявлено.

Таким образом, испытуемые с высокими оценками по шкалам суперфакторов Айзенка в случае выбора конгруэнтного им типа поведения в отличие от лиц с низкими показателями этих шкал при восприятии эмоциональной мимики демонстрируют меньшую мощность вызванной тета-активности во фронтальных отделах для экстраверсии, нейротизма и психотизма и в затылочной области – для психотизма.

3.3. Локализация обнаруженных различий в спектральной мощности тета-осцилляций

3.3.1. Локализация источников СССП в тета-диапазоне у испытуемых с разным уровнем экстраверсии

Для реакции «предложить дружбу» на счастливые лица у испытуемых с высоким и низким уровнем экстраверсии выявлено, что эффект снижения мощности СССП в тета-диапазоне для испытуемых с высоким уровнем экстраверсии локализуется в средней лобной извилине (Middle Frontal Gyrus, ВА 46) слева (Рисунок 7) и в средней височной извилине (ВА 21, Middle Temporal Gyrus) слева (Рисунок 8).

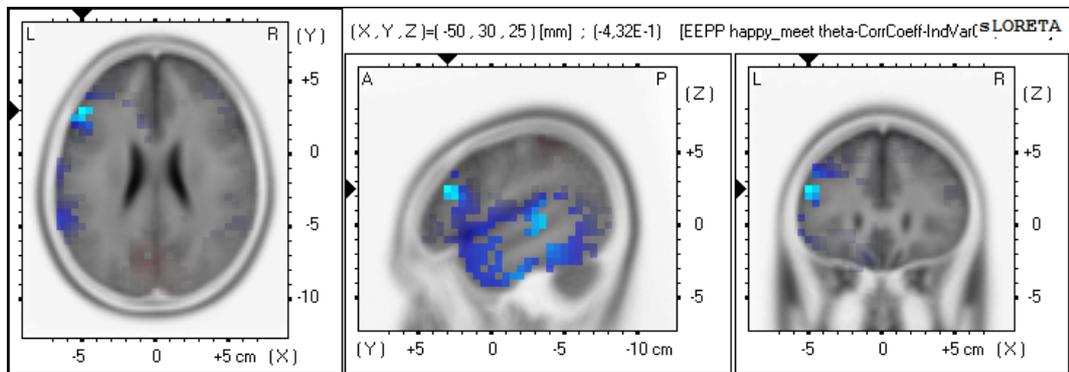


Рисунок 7. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы экстраверсии в области ВА 46 в средней лобной извилине.

Примечание. Синий цвет отражает низкий уровень мощности СССП для высоких оценок по шкале: чем ярче/светлее оттенок, тем сильнее выражен эффект.

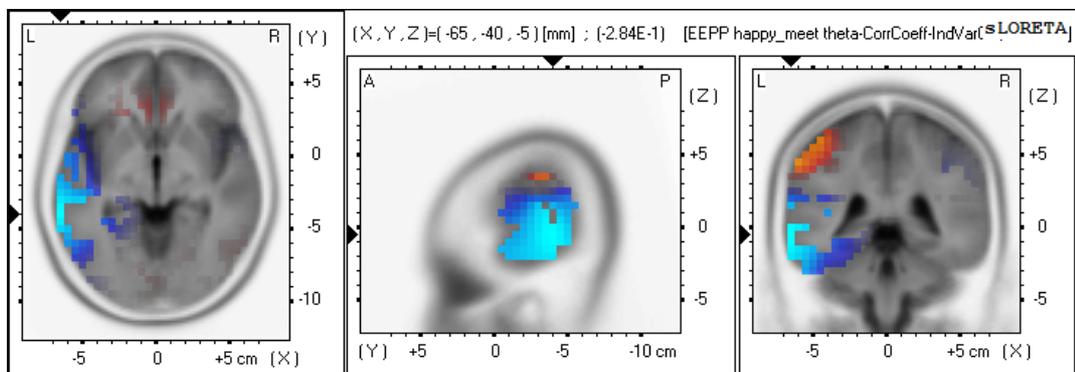


Рисунок 8. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы экстраверсии в области ВА21, в средней височной извилине.

Примечание. Синий цвет отражает низкий уровень мощности СССП для высоких оценок по шкале: чем ярче/светлее оттенок, тем сильнее выражен эффект.

Локализация источников СССП в тета-диапазоне у испытуемых с разным уровнем общительности

Для реакции предложения дружбы счастливым лицам эффект более низкой мощности СССП в тета-диапазоне для испытуемых с высоким уровнем общительности локализуется в лобной доле в средней лобной извилине (ВА46, Middle Frontal Gyrus) слева (Рисунок 9)

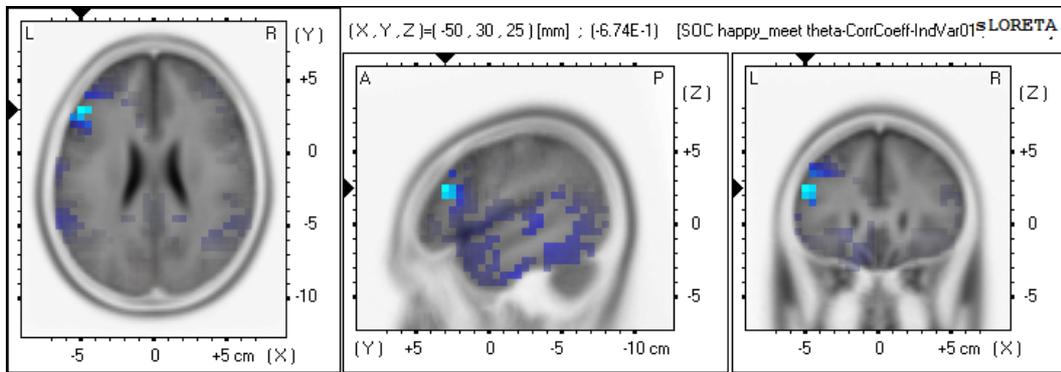


Рисунок 9. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы общительности в области ВА46 в средней лобной извилине.

Примечание. Синий цвет отражает низкий уровень мощности СССП для высоких оценок по шкале: чем ярче/светлее оттенок, тем сильнее выражен эффект.

3.3.2. Локализация источников СССП в тета-диапазоне у испытуемых с разным уровнем нейротизма

Для реакции избегания на гневные лица эффект СССП в тета-диапазоне для испытуемых с высоким уровнем нейротизма локализуется в лобной доле в средней лобной извилине (Middle Frontal Gyrus, ВА 6) справа (Рисунок 10).

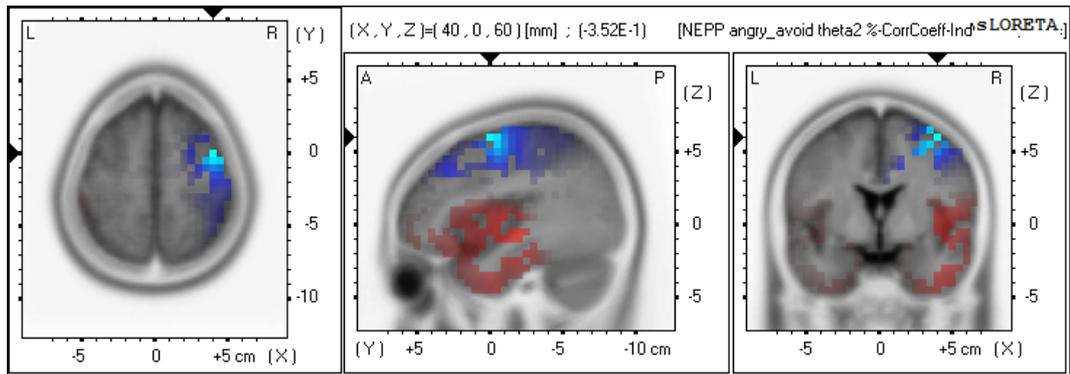


Рисунок 10. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы нейротизма в области ВА 6 в средней лобной извилине.

Примечание. Синий цвет отражает низкий уровень мощности СССП для высоких оценок по шкале: чем ярче/светлее оттенок, тем сильнее выражен эффект.

3.3.3. Локализация источников СССП в тета-диапазоне у испытуемых с разным уровнем психотизма

Эффект СССП в тета-диапазоне для испытуемых с высоким уровнем психотизма локализуется в предцентральной извилине слева (Precentral Gyrus, ВА 4) (Рисунок 11) и в подколенной извилине (**Subgenual gyrus** Frontal Lobe, ВА 25) в лобной доле (Рисунок 12), а также в язычной извилине (Lingual Gyrus Occipital Lobe, ВА 17) затылочной области (Рисунок 13).

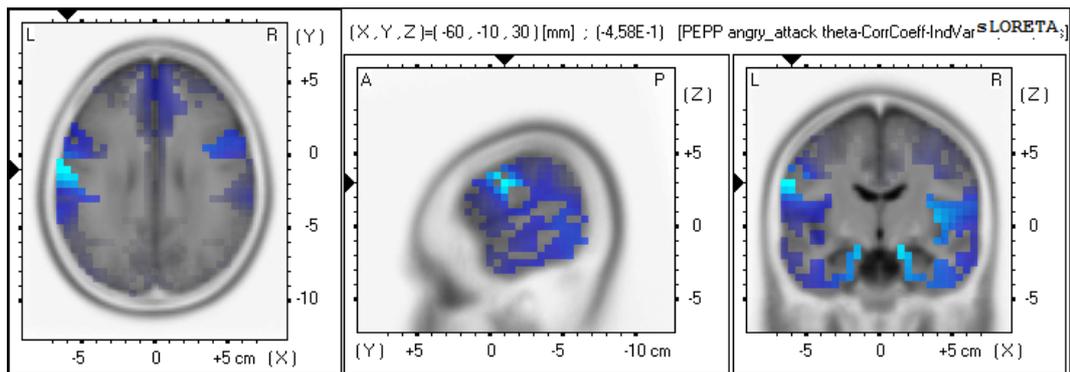


Рисунок 11. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы психотизма в области ВА 4 в предцентральной извилине слева.

Примечание. Синий цвет отражает низкий уровень мощности СССП для высоких оценок по шкале: чем ярче/светлее оттенок, тем сильнее выражен эффект.

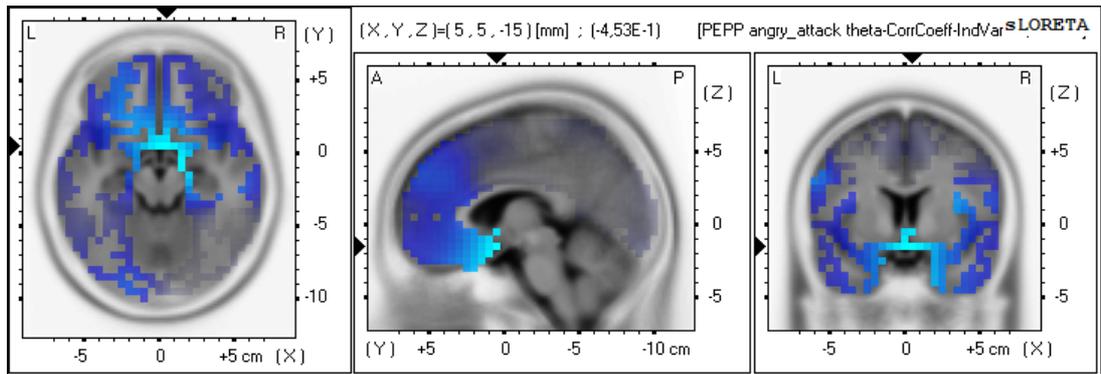


Рисунок 12. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы психотизма в области ВА 25 в подколенной извилине.

Примечание. Синий цвет отражает низкий уровень мощности СССП для низких оценок по шкале: чем ярче/светлее оттенок, тем сильнее выражен эффект.

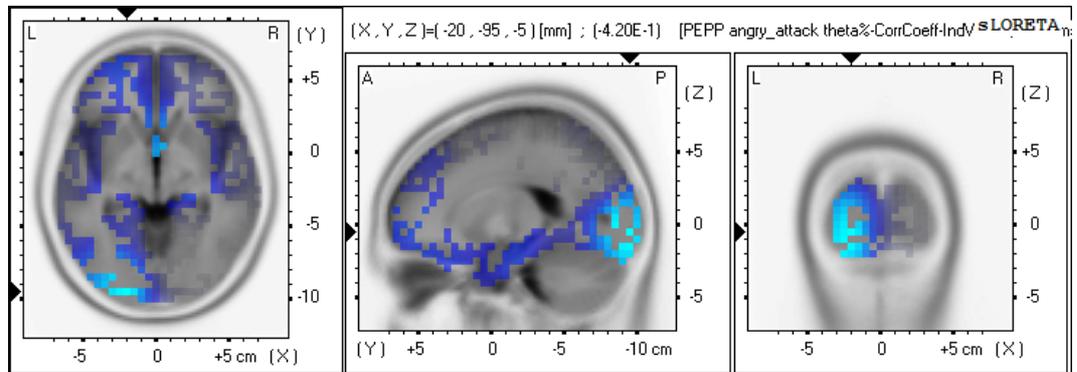


Рисунок 13. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы психотизм в области ВА 17 в язычной извилине.

Примечание. Синий цвет отражает низкий уровень мощности СССП для низких оценок по шкале: чем ярче/светлее оттенок, тем сильнее выражен эффект.

Локализация источников СССП в тета-диапазоне у испытуемых с разным уровнем импульсивности

Эффект СССП в тета-диапазоне для испытуемых с низким уровнем импульсивности локализуется в медиальной лобной извилине слева (Medial Frontal Gyrus Frontal Lobe BA 10) и верхней височной извилине справа (Superior Temporal Gyrus Temporal Lobe, BA 41) (Рисунок 14)

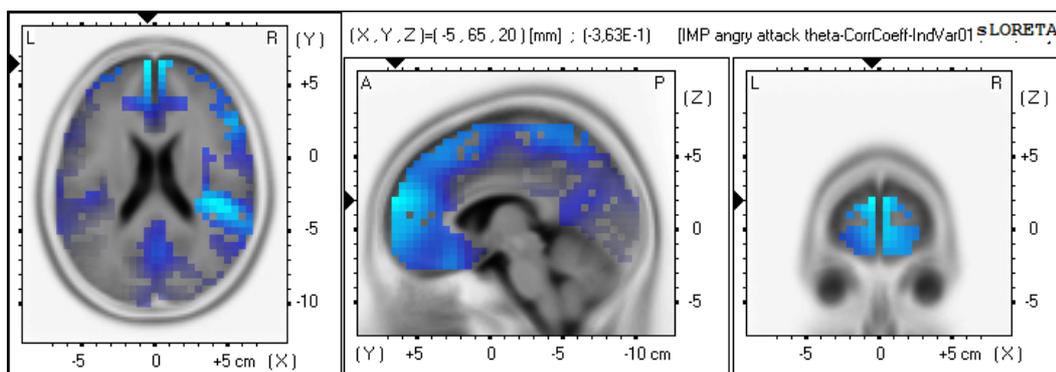


Рисунок 14. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы импульсивности в области ВА10 слева и ВА 41 справа.

Примечание. Синий цвет отражает низкий уровень мощности СССП для низких оценок по шкале: чем ярче/светлее оттенок, тем сильнее выражен эффект.

Таким образом, по результатам статистического анализа поведения и изменений связанной с событиями спектральной мощности в тета-диапазоне люди с высокими оценками по шкалам суперфакторов Айзенка для характерного для них выбора типа поведения в отличие от лиц с низкими показателями при восприятии эмоциональных выражений лиц в интервале до 300 мс с момента предъявления стимула демонстрируют меньшую мощность СССП: в средней лобной (ВА 46) и средней височной извилине (ВА 21) слева для экстраверсии; в средней лобной извилине (ВА 6) справа для нейротизма; в предцентральной (ВА 4) и язычной извилине (ВА 17) слева, а также в подколенной извилине (ВА 25) для психотизма.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ

4.1. Связь суперфакторов личности и выбора поведения

4.1.1. Экстраверсия

По результатам исследования, в соответствии с ожиданиями, экстраверсия была положительно связана с выбором варианта «предложить дружбу» для всех категорий лиц, что согласуется с открытостью для общения и ориентированностью на отношения, характерными для экстравертов (Eysenck, Wilson, 2000), а также с выбором ролей, связанных с выполнением совместных с другими людьми задач (Worth, Book, 2014). Отрицательная связь экстраверсии с уклонением от контакта (как и шкалы ассертивность) согласуется с результатами исследования о положительной связи экстраверсии с копинг-стратегиями, ориентированными на решение проблем и поиск социальной поддержки и отрицательной связи со стратегией избегания (Amirkhan et al., 1995).

4.1.2. Нейротизм

Достоверных корреляций в результате статистического анализа между показателями шкалы нейротизма и определенным выбором поведения не обнаружено. Однако установлена отрицательная корреляция на уровне тенденции показателей шкал тревожности и нейротизма в целом с предложением дружбы. Эти результаты можно обсуждать в контексте психобиологической теории коммуникативных стилей (Beatty et al., 1998), а именно связи нейротизма с тенденцией к избеганию и лежащими в его основе нервными процессами, обеспечивающими восприятие и обработку эмоционально значимых стимулов: авторы разделяют предрасположенность «избегать общения» на «избегать общения, если это возможно» (и связывают ее с интроверсией в рамках теории Г. Айзенка) и «испытывать различные чувства беспокойства, когда вынуждены общаться» (связана с нейротизмом) и определяют склонность к избеганию контакта как результат смеси интроверсии и нейротизма (которые являются проявлениями генетически

унаследованных порогов активации нейробиологических систем). Другими словами, искаженное восприятие коммуникации, тенденция к избеганию, нарушения поведения, связанные с чувством беспокойства (опасности), свойственное для выраженной коммуникативной тревоги как черты, представляют собой проявления невротической интроверсии (Eysenck, 1994). Эти данные поддерживаются результатами исследований о демонстрации лучших результатов экстравертами в случае выполнения заданий с привлечением внимания к стимулу, интровертов – в случае избегания, а нейротизм усиливает эффект, увеличивая разницу в результатах (Derryberry, Reed, 1994). Неоднозначность проявления в поведении связана, вероятно, со сложной природой суперфактора нейротизм, который помимо беспокойства (об опасности) включает также компонент враждебности (McCrae, Costa, 2003), влияющие на поведение в зависимости от степени их выраженности, что было подтверждено в исследованиях, выявивших положительную связь тревожности с выбором избегания (Knyazev et. al., 2016).

Так же интересны данные о связи нейротизма, степени снижения (нарушения) настроения и ТоМ: тяжелая депрессия связана с дефицитом ТоМ (Lee et. al., 2005), в то время как умеренная депрессия или дисфория фактически улучшают работу ТоМ (Harkness et. al., 2005). Это объясняется тем, что небольшое снижение настроения приводит людей к склонности сохранять и защищать социальные связи и ресурсы, которые они имеют, при помощи усиления способностей ТоМ (Allen, Badcock, 2003). Можно предположить, что результаты нашего исследования не демонстрируют достоверной связи высокого уровня нейротизма с выбором «избежать контакта» в связи с преобладанием в выборке средних значений по шкале «нейротизм», а также вследствие малого количества испытуемых, в том числе с высокими оценками по шкале нейротизм в сочетании с интроверсией. Подтверждение или опровержение этого предположения требует дополнительных исследований с учетом этих характеристик в выборке.

4.1.3. Психотизм

Обнаружена достоверная положительная корреляция показателей шкал психотизм, импульсивность и безответственность с выбором атаки гневных лиц и отрицательная корреляция показателей шкал психотизм и склонность к риску - с избеганием гневных лиц. Полученные результаты показывают, что в ситуации «борьбы или бегства» высокие показатели психотизма чаще всего предсказывают «борьбу», что согласуется с результатами исследования о связи шкалы психотизма с выбором роли, связанной с нападением на других людей (Worth, Book, 2014) и объясняется общими характеристиками людей с выраженным уровнем психотизма (Eysenck, Wilson, 2000) - склонностью к импульсивному, рискованному и агрессивному поведению.

Таким образом, по результатам анализа выборов испытуемыми того или иного варианта поведения было выявлено, что индивиды с высокими оценками по шкале психотизма чаще выбирают агрессивное поведение, а индивиды с высокими оценками по шкале экстраверсии чаще предлагают дружбу. Важно помнить, что поведение, связанное с чертами личности, изменяется в зависимости от ситуации, и черты представляют собой функцию, которая определяет вероятность того, что человек будет действовать определенным образом с учетом конкретного контекста, отражающую как стабильность личности (как человек обычно ведет себя), так и пластичность (дисперсию/ковариацию в контексте – как адаптируется и изменяется) (Dingemans et al., 2010), и проявляющуюся в реальном поведении в то время как традиционные опросники личности, основанные на самооценке, определяют только стабильные средние поведенческие тенденции (типичное поведение) (Fleeson, Law 2015), что объясняет недостаточно высокий уровень достоверности выявленных корреляций между личностными факторами и выборами типа поведения в модели нашего эксперимента. Учитывая влияние внутрииндивидуальной изменчивости и ситуации, а также проявление стабильности совокупных индивидуальных черт в поведении в долгосрочной перспективе (McCabe, 2017), следует отметить необходимость повторных

экспериментов для выявления достоверных корреляций с выборами типов поведения. В то же время, полученные результаты подтверждают, что несмотря на то, что поведение в лабораторном эксперименте может отличаться от поведения в реальных жизненных ситуациях, анализ поведенческих данных дает некоторую уверенность, что предлагаемая экспериментальная модель социальных взаимодействий позволяет выявить присущие испытуемым тенденции в реальном социальном поведении.

4.2. Связь изменений спектральной мощности тета-ритма и суперфакторов личности при предпочтительных типах поведения

По результатам статистического анализа спектральной мощности в межстимульном интервале различий в осцилляторной тета-активности для испытуемых по выделенным шкалам и для соответствующих вариантов поведения не выявлено, что можно рассматривать как подтверждение, что выявленные особенности реагирования на предъявляемые стимулы в контексте предпочтительного поведения связаны с влиянием личности.

При статистическом анализе данных ЭЭГ мы рассматривали изменения мощности вызванной осцилляторной активности в тета-диапазоне при типичных вариантах реагирования для каждой шкалы: «предложение дружбы» счастливым лицам – для экстраверсии, «избегание» гневных лиц – для нейротизма, «атака» гневных лиц – для психотизма).

4.2.1. СССП у испытуемых с разным уровнем экстраверсии

Обнаруженная меньшая мощность СССП в тета-диапазоне во фронтальных отделах при реакции «предложить дружбу» на счастливые эмоциональные выражения лиц у испытуемых с высокими оценками по шкале экстраверсии (и по шкале общительности) по сравнению с испытуемыми с низкими оценками, согласуется с результатами исследования Сулова и его коллег (Suslow et. al., 2010), согласно которым экстраверсия связана с меньшей активацией фронтальных отделов коры в ответ на предъявление эмоциональных выражений лиц (отрицательная корреляция) в рамках

имплицитного эксперимента. Приведенные данные поддерживают гипотезу о меньшей тета-синхронизации у экстравертов, которую можно обсуждать как в контексте специфичной повышенной реактивности интровертов (и сниженной реактивности экстравертов, соответственно) (Gale et al., 2001), так и в контексте более низкого уровня тета-синхронизации как показателя меньшей эмоциональной реакции (Knyazev et al., 2009; Kostandov et al., 2010; Zhang et al., 2012) на ситуацию социального взаимодействия для экстравертов.

4.2.2. СССП у испытуемых с разным уровнем нейротизма

Мы обнаружили, что для реакции избегания на гневные эмоциональные выражения лиц меньшая мощность СССП в тета диапазоне в передних отделах мозга справа характерна для испытуемых с высокими оценками по шкале нейротизма по сравнению с испытуемыми с низкими оценками. Эти результаты согласуются с исследованием Л.И. Афтанаса и его коллег, в котором была показана отрицательная корреляция уровня тревожности и осцилляторной активности в тета диапазоне в префронтальных отделах коры справа (Aftanas, 2003a). Меньшую эмоциональную реакцию на эмоционально значимые стимулы у испытуемых с высоким уровнем тревожности и нейротизма, вероятно, можно объяснить повышенной когнитивной готовностью к обработке эмоционально значимых стимулов, сочетающейся с торможением механизмов эмоционального реагирования посредством усиления тормозного контроля, проявляющихся в увеличении мощности осцилляций в альфа-диапазоне и снижении – в тета (Panksepp, 2003; Gray, McNaughton, 2000).

4.2.3. СССП у испытуемых с разным уровнем психотизма

При реакции атаки в ответ на гневные выражения лиц мы видим большую мощность СССП в тета-диапазоне у испытуемых с низкими оценками по шкале психотизма в отличие от испытуемых с высокими оценками по данной шкале преимущественно в передних отделах мозга слева.

Также выявлен достоверный сонаправленный результат и для шкалы импульсивности.

Низкий уровень вызванной спектральной тета-активации позволяет предположить меньшую эмоциональную и мотивационную реакцию в процессе бессознательной обработки эмоционально значимых стимулов (Gonzalez-Roldan et al., 2011; Knyazev et al., 2009; Kostandov et al., 2010; Zhang et al., 2012), что согласуется с характеристиками суперфактора (Eysenck, Wilson, 2000) и, вероятно, связано со скоростью принятия решения (импульсивность) и инструментальностью агрессии (Scarpa, Raine, 1997), которая направлена на достижение определенной цели, а не связана с эмоциональной реакцией на определенный стимул.

4.3. Локализация обнаруженных эффектов изменения спектральной мощности при предпочтительных типах поведения

Локализация источников в sLORETA определялась для характерных типов поведения для экстраверсии, нейротизма и психотизма в ответ на эмоциональные выражения лиц для иллюстрации локализации обнаруженных эффектов изменения спектральной мощности в тета-диапазоне у испытуемых с высокими и низкими оценками по шкалам и более точного определения очагов активности.

4.3.1. Локализация обнаруженных эффектов СССП для экстраверсии

Активацию в передней средней лобной извилине в 46 зоне Бродмана (Middle Frontal Gyrus, BA 46), слева, связывают с процессами рабочей памяти (Zhang et al., 2003). Отмечается важная роль этой области в левом полушарии при обработке эмоций и саморефлексии при принятии решений: при осуществлении предпочитаемого действия/выбора происходит уменьшение активации в этой области (Deppe et al., 2005), что в сочетании с данными о связи тета-осцилляций с эмоционально-мотивационными процессами (Knyazev, 2008, 2009; Zhang et al., 2012) поддерживает наше предположение о том, что меньшая тета-синхронизация в этой области у экстравертов связана с

осуществлением предпочитаемого выбора «предложить дружбу». Вероятно, данный выбор поведения не ассоциирован с состоянием бдительности и не вызывает бессознательной эмоциональной реакции в связи с привычностью выбора и его автоматизацией.

Важную роль играет эта область в социальном поведении: взаимодействуя с системой зеркальных нейронов, она участвует в моделировании внутреннего мира и обеспечивает процессы социального поведения (ТоМ) и имитационного обучения (Vucicino et al., 2004).

Активация в средней височной извилине (Brodmann area 21, Middle Temporal Gyrus) наряду с ВА 45 при наблюдении движения (Rizzolatti et al., 1996), а также в «присвоении намерений другим» (Brunet, 2000), отражает связь этой области с системой зеркальных нейронов и участие в модели «Теории сознания» в процессе социального взаимодействия. Отмечается вклад этой области в реализацию логических рассуждений (наряду с активацией распределенного комплекса нейронных сетей, ограниченных левым полушарием и включающих в том числе часть левой средней лобной извилины (left middle frontal gyrus, поле Бродмана 46). Дедуктивные умозаключения, связанные с построением ментальной модели об убеждениях и намерениях других, также связаны с заметной активацией левой височной доли (области Бродмана 21, 39/19, 38) и требуют участия префронтальной коры (Goel et al., 1995). Меньший уровень мощности СССП в этой области, вероятно, также связан с меньшей интенсивностью вышеперечисленных процессов для экстравертов по сравнению с интравертами при данном типе поведения.

4.3.2. Локализация обнаруженных эффектов СССП для нейротизма

Локализация источников меньшей мощности СССП у испытуемых с высоким уровнем нейротизма определена в средней лобной извилине (Middle Frontal Gyrus, ВА 6) справа.

Основной функцией средней лобной извилины, поля Бродмана 6, считается построение двигательной последовательности и планирование движения (Malouin et al., 2003). Известно участие ВА6 в функциях памяти, внимания и исполнительных функциях (Hirsch et al., 2001), которое связывают с активацией системы зеркальных нейронов мозга, где ВА6 служит полем взаимодействия восприятия-действия (Nishitani et al., 2005). Эта область включена в систему ТоМ и играет важную роль в обеспечении социального взаимодействия, участвуя в моделировании внутреннего мира, понимании других людей и различении себя и других (Nari, Kujala, 2009). Ранее была отмечена отрицательная корреляция нейротизма с региональной активностью средней лобной извилины (Kunisato et al., 2011), которая связывается авторами с менее адаптивным восприятием и обработкой социально и эмоционально значимой информации при высоком уровне нейротизма (Robinson et al., 2010) и интерпретируется как отражение нерелевантных задачам когнитивных процессов, связанных с повышенным беспокойством и особенностями эмоциональной регуляции.

4.3.3. Локализация обнаруженных эффектов СССП для Психотизма

Локализация СССП для шкалы психотизма и выбора типа поведения «атаковать гневные лица» определена в предцентральной извилине слева (Precentral Gyrus, ВА 4), язычной извилине (Lingual Gyrus Occipital Lobe, ВА17) и подколенной (**Subgenual Gyrus, ВА 25**) извилине.

Считается, что предцентральная извилина (первичная моторная кора, ВА 4) участвует в осуществлении моторной и соматосенсорной функций, а также принимает участие в комплексном обеспечении более сложных функций, например, когнитивной. Первичная активация в ответ на сенсорную стимуляцию отражает бессознательное представление потенциального движения, которое может включать в себя «внимание к действию» и «моторную память» (Porro et al., 1996), что, вероятно, связано с моторным обеспечением агрессивного поведения.

Язычная извилина (Lingual Gyrus Occipital Lobe, BA17) представляет собой структуру в зрительной коре, которая играет важную роль в идентификации и распознавании визуальных образов, в том числе лиц (McCarthy et al., 1999), отслеживании движения и визуальном внимании (Driver, Spence, 2000). Левая язычная извилина активируется при запоминании и сохранении изображений лиц в рабочей памяти, их представлении и семантической обработке, в том числе при приписывании намерений (Kozlovskiy et al., 2014), а также в ответ на стимулы, значимые для выбора дальнейших действий, по сравнению с нейтральными (Brunet et al., 2000). Большая активация отмечается в ответ на эмоциональные стимулы (Isenberg et al., 1999), в том числе визуальные (совместно с амигдалой) по сравнению с эмоционально нейтральными изображениями (Kehoe et al., 2012).

Активация подколенной извилины (**Subgenual Gyrus, BA 25**), которая, являясь частью передней поясной коры, связывается с реакцией на эмоциональные стимулы (Schoenbaum et al., 2009), процессами памяти (Maddock et al., 2003), а также с моральными эмоциями (Coricelli et al., 2005) и суждениями (Luo et al., 2006), выполняет интегрирующую роль в обработке эмоциональных стимулов, входит в сети, активация которых связывается с чувством сострадания (Klimecki et al., 2014; Weng, 2015), предположительно опосредуя взаимодействие эмоциональных и связанных с памятью процессов (Maddock et al., 2003). Активируется во время моральных рассуждений совместно с другими областями мозга (BA47 и BA6). Предполагается, что передняя сингулярная кора контролирует конфликт, а активация совместно с дорсолатеральной префронтальной корой приводит к усиленному когнитивному контролю (Garavan et al., 2002). Автоматическое/ неосознанное индивидуальное моральное отношение к событию включает интегрированный нейронный ответ перечисленных структур, который пропорционален эмоциональной силе стимула (Luo et al., 2006).

Учитывая совокупность перечисленных данных, можно предположить, что выбор агрессивного поведения с точки зрения морального выбора,

сопровождающегося соответствующими эмоциональными переживаниями, особенно в случае возникновения конфликта между собственными потребностями и социальными нормами, для людей с высокими оценками по шкале «психотизм» не является, вероятно, эмоционально значимым, с чем и связан низкий уровень спектральной мощности в тета-диапазоне в перечисленных отделах мозга.

Следует отметить, что локализация обнаруженной вызванной тета-активации для шкалы Импульсивности определена в средней лобной извилине (Medial Frontal Gyrus, BA 10) и первичной слуховой коре (Superior Temporal Gyrus, BA 41). Первичная слуховая кора принимает участие в обеспечении речевых функций с привлечением памяти (Zhang et al., 2003), и ее активация во время визуального восприятия лиц может означать внутреннее представление звуков речи (Pekkola et al., 2005). Средняя лобная извилина играет значительную роль в процессах памяти и обеспечении исполнительных функций, таких как "исполнительный контроль поведения", "логическое мышление" и "принятие решений" (Zhang et al., 2003). При этом отмечается связь средней лобной извилины с обработкой эмоций (Vermpohl et al., 2006). Это участие может быть связано с принятием решения о поступающих эмоциональных стимулах (Derpe et al., 2005) и приписыванием намерений другим (Brunet et al., 2000).

Снижение мощности тета во фронтальных отделах мозга у агрессивных и импульсивных индивидов связывают с нарушениями при распознавании эмоциональных стимулов (Lake et al., 2014), которые обнаруживаются и у людей с признаками алекситимии (Aftanas et al., 2003b), что позволяет нам предполагать снижение эмоциональной реакции по причине нарушений первичного распознавания эмоциональных стимулов и, как следствие, процессов соотношения собственных мотивов с другими людьми и моральными нормами в целом. Вероятно, психобиологической основой агрессивного поведения в ситуациях межличностного взаимодействия людей с выраженными чертами психотизма является сниженная эмоциональная

реактивность по причине нарушения первичного распознавания эмоционально значимых стимулов и/или функционального взаимодействия передней сингулярной и дорсолатеральной префронтальной коры (Garavan et al., 2002), что приводит к нарушению эмоциональной оценки стимулов (Luo et al., 2006) и осуществления когнитивного контроля (Yang, 2009), а также к нарушению эмпатии и/или ТоМ, что ведет к антисоциальному поведению, в том числе, повышенной агрессивности (Bufalari et. al., 2007; Winter, 2017).

4.4. Резюме

В целом, локализация обнаруженных эффектов изменения мощности СССП на частоте тета была выявлена **во фронтальных отделах** головного мозга для всех трех шкал: средняя лобная извилина – для экстраверсии слева и нейротизма справа; подколенная извилина и предцентральная извилина в лобной доле слева – для психотизма. Активацию этих областей связывают с эмоциональными и мотивационными процессами, саморефлексией и планированием действий. Локализация обнаруженных эффектов связана с ключевыми регионами головного мозга, участвующими в ТоМ (Schurz, 2014), которые непосредственно относятся к социальному познанию (Schilbach et. al, 2008) и преимущественно к системе автоматической обработки информации.

Эффекты для экстраверсии и психотизма обнаружены во фронтальных отделах в левом полушарии, а для нейротизма – в правом. Известно мнение о роли передних отделов мозга в генерации эмоций различного знака (Davidson, 1993): при преобладании активности левой фронтальной коры доминирует положительный эмоциональный фон, а правой – негативный (Jacobs, Snyder, 1996). Существуют данные как подтверждающие (Allen et al., 2004), так и не подтверждающие (Wagner et al., 2003) эту связь с эмоциональными и мотивационными процессами, а также связывающие с активностью правого полушария интенсивность эмоционального напряжения, независимо от его знака (Леутин, Николаева, 2005), так как эмоции разного знака могут генерироваться в обоих полушариях мозга (Русалова, 2003). Результаты

данного исследования о корреляции личностных черт экстраверсии и психотизма с поведением приближения и изменением спектральной мощности тета во фронтальных отделах слева, а нейротизма – с изменением спектральной мощности справа дополняют существующие данные о соотношении этих личностных черт с системами мотивации приближения/избегания (BAS/BIS), соответственно (Smillie, Jackson, 2006, Elliot, Thrash, 2010), и связанных с ними частотно-временных характеристиках ЭЭГ-активности передних отделов.

Таким образом, как и было предсказано, предпочитаемые типы социального взаимодействия, конгруэнтные чертам суперфакторов личности связаны с меньшей спектральной мощностью в тета-диапазоне в первые 300 мс после предъявления стимулов. Ранее было показано, что тета-синхронизация, связанная с событиями в этот интервал времени, в основном отражает бессознательное восприятие эмоциональной информации и может рассматриваться как маркер общего (независимого от валентности) эмоционального возбуждения, который коррелирует с индивидуальной эмоциональной чувствительностью (Knyazev, Slobodskoj-Plusnin, 2007; Knyazev et. al., 2008, 2009). Данные результаты согласуются с точкой зрения В.М. Русалова (Русалов, 2012) о том, что поведение, связанное с личностными факторами, можно рассматривать как часть биологических и социальных базовых (врожденных и автоматизированных) программ, которые отражают экономный способ взаимодействия человеческого организма со средой (и физической, и социальной), а также со структурно-динамической теорией Д.В. Ушакова (Валуева, Ушаков, 2013), согласно которой формирование способностей индивида происходит при мультипликативном взаимодействии наследственности и среды, и чем больше потенциал, тем выше эффективность решения соответствующих этим способностям задач. Таким образом, критерием оценки конгруэнтности выбора поведения личностным чертам может быть уровень активности мозга, отраженный в спектральной мощности тета-ритма в определенных участках мозга.

В связи с относительно небольшим размером выборки, который ограничивает статистическую мощность наблюдаемых ассоциаций и небольшим числом каналов ЭЭГ результаты локализации источников вызванной тета-активности следует рассматривать с осторожностью. Однако различная локализация обнаруженных эффектов для экстраверсии, нейротизма и психотизма связана, очевидно, с различными механизмами нейронной организации процессов восприятия и обработки эмоционально значимой информации в процессе социального взаимодействия, что требует дальнейшего исследования с учетом общих активационных процессов, специфики и размера выборки, а также особенностей влияния сочетания суперфакторов на поведение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данного исследования являлось изучение связи реактивности спектральной мощности в тета-диапазоне и ее корковой локализации с суперфакторами личности Айзенка и выбором типа социального взаимодействия.

Для достижения цели были определены следующие задачи:

1. Исследовать связь суперфакторов личности и предпочтения определенного типа социального взаимодействия в предложенной нами экспериментальной модели.

2. Исследовать особенности изменений спектральной мощности в тета-диапазоне и ее связь с суперфакторами личности для предпочтительных типов социального взаимодействия.

3. Определить локализацию источников обнаруженных изменений спектральной мощности с помощью sLORETA.

Как мы и предполагали, личностные особенности, описываемые суперфакторами Айзенка, проявляются в предпочтительном выборе соответствующего типа социального поведения: у экстравертов – в стремлении к общению, а у лиц с высоким психотизмом – в агрессивном поведении, что подтверждает: предлагаемая экспериментальная модель социальных взаимодействий позволяет выявить присущие испытуемым тенденции в социальном поведении.

По результатам анализа СССП (связанных с событиями спектральных пертурбаций) было выявлено, что индивиды с высокими оценками по шкалам экстраверсии, нейротизма и психотизма в ситуации выбора предпочтительного (конгруэнтного личностным чертам) варианта социального взаимодействия демонстрируют меньшую мощность СССП в тета-диапазоне в исследуемом временном интервале, чем индивиды с низкими оценками по этим шкалам, с различной локализацией преимущественно во фронтальных отделах коры, участвующих в подсознательных процессах,

обеспечивающих социальное взаимодействие и относящихся к структурам ТоМ.

Результаты данного исследования открывают новые взаимосвязи особенностей осцилляторной активности коры мозга в тета-диапазоне и их локализации с чертами личности и особенностями поведения, что позволяет дополнить существующие данные о биологических детерминантах личности, в частности о связях между эмоциональными и мотивационными чертами личности и предпочтительным поведением в ситуациях социального взаимодействия. И, хотя мы все еще ограничены в возможностях исследования и интерпретации этих взаимосвязей, важно понимать, что появление новых инструментов и моделей для исследования открывает новые перспективы для разработки психобиологических теорий индивидуальных различий с учетом иерархической организации индивидуально-средового взаимодействия и регуляции поведения.

ВЫВОДЫ

1. Предпочтительный тип социального взаимодействия для высоких оценок суперфакторов личности Айзенка сопровождается меньшей мощностью тета-осцилляций, а их локализация отражает особенности специфичных для них механизмов обработки социально-значимых эмоциональных стимулов.

2. В предложенной экспериментальной модели исследования индивиды с высокими оценками по шкале экстраверсии чаще предлагают дружбу, а индивиды с высокими оценками по шкале психотизма чаще выбирают агрессивное поведение.

3. Индивиды с высокими оценками по шкале экстраверсии в ситуации выбора предпочтительного для них варианта социального взаимодействия «предложить дружбу» демонстрируют меньшую мощность СССП в тета-диапазоне, локализованную в средней лобной (ВА 46) и средней височной (ВА 21) извилине слева, чем индивиды с низкими оценками.

4. Индивиды с высокими оценками по шкале нейротизма в ситуации выбора варианта социального взаимодействия «избежать контакта» демонстрируют меньшую мощность СССП в тета-диапазоне, локализованную в средней лобной извилине (ВА 6) справа, чем индивиды с низкими оценками.

5. Индивиды с высокими оценками по шкале психотизма в ситуации выбора предпочтительного для них варианта социального взаимодействия «атаковать» демонстрируют меньшую мощность СССП в тета-диапазоне, локализованную в предцентральной (ВА 4) и язычной (ВА 17) извилине слева, а также в подколенной извилине (ВА 25), чем индивиды с низкими оценками.

6. Эффекты меньшей мощности СССП в тета-диапазоне для экстраверсии и психотизма обнаружены в левой фронтальной коре, которая связывается с системой поведенческого приближения (BAS) и склонностью к рискованному поведению, а для нейротизма - в правой, связываемой с системой торможения поведения (BIS) и склонностью к поведению избегания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенк Г. Ю. Структура личности. – Пер. с англ. – СПб.: Ювента. М.: КСП+, 1999. – С. 438-462.
2. Валужева Е.А., Ушаков Д.В., Нисневич Ю.А., Куприянова Ю.А. (2013). Культурная релевантность и свойства тестов интеллекта: проверка предсказаний структурно-динамической теории. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Всеобщая история, (2), 19-31.
3. Голубева Э.А. Способности. Личность. Индивидуальность / Э.А. Голубева, Дубна: «Феникс+», 2005, 512 с.
4. Леутин В.П., Николаева Е.И. Функциональная асимметрия мозга: мифы и действительность. – СПб.: Речь, 2005. – 368 с.
5. Небылицын В.Д. Психофизиологические исследования индивидуальных различий. М.: Наука, 1976.
6. Новикова С.И. Ритмы ЭЭГ и когнитивные процессы. Современная зарубежная психология. 2015. Том 4. № 1. С. 91—108.
7. Разумникова О. М. Особенности фоновой активности коры мозга в зависимости от пола и личностных суперфакторов Айзенка // Журн. высш. нерв. деятельности. – 2004. – Т. 54, № 4. – С. 455-465.
8. Русалов В.М. Темперамент в структуре индивидуальности человека: Дифференциально-психофизиологические и психологические исследования / Русалов В.М.: ФГБУН Институт психологии РАН; Москва; 2012. ISBN 978-5-9270-0234-4, С. 122-156.
9. Русалова М. Н. Функциональная асимметрия мозга и эмоции // Успехи физиологических наук. 2003. Т. 34. № 4.
10. Симонов В. П. Теория отражения и психофизиология эмоций. М.: Наука, 1970, с 101.
11. Теплов Б.М. Типологические особенности высшей нервной деятельности/ Под ред. Б.М.Теплова. М., 1956. Т. 1.

12. Adelstein, J. S., Shehzad, Z., Mennes, M., Deyoung, C. G., Zuo, X. N., Kelly, C., ... Milham, M. P. Personality is reflected in the brain's intrinsic functional architecture. *PloS One*, 2011, 6, e27633. doi: 10.1371/journal.
13. Adolphs R. Recognizing emotion from facial expressions: psychological and neurological mechanisms. *Behav Cogn Neurosci Rev* 1: 21– 62, 2002.
14. Adolphs R. Social cognition and the human brain / R. Adolphs // *Trends in Cognitive Science*. – 1999. – Vol. 3, № 12. – P. 469-479.
15. 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*, Volume 50, Issue 3, November 2003a, Pages 205-212, ISSN 0167-8760.
16. 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. *Neurosci Behav Physiol*, 2004, 34:859-867.
17. 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, Volume 44, Issue 1, Pages 67-82.
18. 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, P. 57-60.
19. Aftanas, L. I., & Golocheikine, S. A. (2001). Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: high-resolution EEG investigation of meditation. *Neuroscience Letters*, 310(1), 57–60.

20. Aghajani M., Veer I. M., van Tol M. J... van der Wee N. J. Neuroticism and extraversion are associated with amygdala resting-state functional connectivity. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 2014, 14, 836–848.
21. Allen John J.B., Coan James A., Nazarian Maria. Issues and assumptions on the road from raw signals to metrics of frontal EEG asymmetry in emotion. *Biological Psychology*, 2004, Vol. 67, Issues 1–2, P. 183–218.
22. Allen N.B., & Badcock P.B.T. The social risk hypothesis of depression: Evolutionary, psychosocial and neurobiological perspectives. *Psychological Bulletin*, 2003, 129, 887–913.
23. Allport G.W. *Personality: A Psychological Interpretation*. New York: Holt. 1937
24. Alper KR, John ER, Brodie J, Gunther W, Daruwala R, Prichep LS. Correlation of PET and qEEG in normal subjects. *Psychiatry Res: Neuroimaging*, 2006, 146:271–282.
25. Amin Z, Constable RT, Canli T (2004) Attentional bias for valenced stimuli as a function of personality in the dot-probe task. *J Res Pers* 38:15–23.
26. Amir Khan J.H., Risinger R.T., Swickert R.J. Extraversion: A “Hidden” Personality Factor in Coping? *J. of Pers.*, 1995, Vol. 63, 2, P. 189–212.
27. Andersen, S. M., & Thorpe, J. S. (2009). An IF–THEN theory of personality: Significant others and the relational self. *Journal of Research in Personality*, 43(2), 163–170.
28. Asendorpf JB, Banse R, Mücke D (2002) Double dissociation between implicit and explicit personality self-concept: the case of shy behavior. *J Pers Soc Psychol* 83:380–393.
29. Asendorpf, J.B. Typeness of personality profiles: a continuous person-centered approach to personality data. *Eur. J. Pers.*, 2006, 20, 83–106.
30. Augustine J. Circuitry and functional aspects of the insular lobe in primates including humans. *Brain Res Brain Res Rev*, 1996, 22:229–44.
31. Bachmann T. *Microgenetic approach to the conscious mind*. John Benjamins Pub. Co, Amsterdam, Philadelphia, 2000.

32. Back MD, Schmukle SC, Egloff B (2009) Predicting actual behavior from the explicit and implicit self-concept of personality. *J Pers Soc Psychol* 97:533–548.
33. 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. *Int. J. Psychophysiol.* 2009, 74, 158-65.
34. Balconi M., Pozzoli U. Event-Related Oscillations (ERO) and Event-Related Potentials (ERP) in Emotional Face Recognition. *International Journal of Neuroscience*, 2008, Vol. 118, No. 10: Pages 1412-1424
35. Balconi, M., Lucchiari, C., 2006. EEG correlates (event-related desynchronization) of emotional face elaboration: a temporal analysis. *Neurosci. Lett.* 392, 118-23.
36. Balconi, M., Lucchiari, C., 2008. Consciousness and arousal effects on emotional face processing as revealed by brain oscillations. A gamma band analysis. *Int. J. Psychophysiol.* 67 41–46.
37. Banaji M.R., & Greenwald A.G. (1994). Implicit stereotyping and unconscious prejudice. In M.P. Zanna & J.M. Olson (Eds.), *The psychology of prejudice, The Ontario Symposium* (Vol. 7, pp. 55–76). Hillsdale, NJ: Erlbaum
38. Barrett P.T., Petrides K.V., Eysenck S.B.G., Eysenck H.J. The Eysenck Personality Questionnaire: an examination of the factorial similarity of P, E, N, and L across 34 countries. *Pers. and Individ. Diff.*, 1998, 25 - 5, (805–819).
39. Barry, R.J., Clarke, A.R., Johnstone, S.J. (2011). Caffeine and opening the eyes have additive effects on resting arousal measures. *Clinical Neurophysiology*, 122, 2010–5.
40. Basar E, Schmiedt-Fehr C, Oniz A, Basar-Eroglu C. Brain oscillations evoked by the face of a loved person. *Brain Res*, 2008, 12: 105-115.
41. Basar E. Brain function and oscillations. I. Brain oscillations // *Principles and approaches*, Berlin, Heidelberg: Springer, 1998.

42. Basar E. Brain Function and Oscillations. II. Integrative Brain Function // *Neurophysiology and Cognitive Processes*, Berlin, Heidelberg: Springer, 1999.
43. Basar E. Oscillations and phase locking in human gamma responses. *NeuroQuantology*, 2012, 10, 606-618.
44. Basar E., Basar-Eroglu C, Karakas S, Schürmann M. Gamma, alpha, delta, and theta oscillations govern cognitive processes. // *Int J Psychophysiol.*, 2001, 39(2-3):241-8.
45. Basar-Eroglu C, Basar E, Demiralp T, et al (1992) P300-response: possible psychophysiological correlates in delta and theta frequency channels: a review. *Int J Psychophysiol* 13:161-179.
46. Basar, E., Güntekin, B., 2012. A short review of alpha activity in cognitive processes and in cognitive impairment. *Int. J. Psychophysiol.* 86, 25-38.
47. Baumann O., Mattingley J.B. Functional topography of primary emotion processing in the human cerebellum. *NeuroImage*, 2012, 61, 805–811.
48. Beatty M.J., McCroskey J.C. Heisel A.D. Communication apprehension as temperamental expression: A Communibiological paradigm, *Communication Monographs*, 1998, 65:3, 197-219.
49. BERPPOHL F., Pascual-Leone A., Amedi A., Merabet L.B., Fregni F., Gaab N., Alsop D., Schlaug G., Northoff G. Attentional modulation of emotional stimulus processing: an fMRI study using emotional expectancy. *Hum Brain Mapp.*, 2006, 27(8): 662-77.
50. Berry C. M., Sackett P. R., & Tobares V. (2010). A meta-analysis of conditional reasoning tests of aggression. *Personnel Psychology*, 63, 361–384.
51. Biraben A, Taussig D, Thomas P, Even C, Vignal J, Scarabin J, Chauvel P. Fear as the main feature of epileptic seizures. // *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2001. 70:186 –91.
52. Blankstein U, Chen JYW, Mincic AM, McGrath PA, Davis KD (2009): The complex minds of teenagers: Neuroanatomy of personality differs between sexes. *Neuropsychologia* 47:599–603.

53. Block J (2010): The five-factor framing of personality and beyond: Some ruminations. *Psychol Inquiry* 21:2–25.
54. Bradley, M.M. (2009). Natural selective attention: orienting and emotion. *Psychophysiology*, 46, 1–11.
55. Britton, J. C., Ho, S. -H., Taylor, S. F., & Liberzon, I. (2007). Neuroticism associated with neural activation patterns to positive stimuli. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 156, 263–267.
56. Bruhl A.B., Viebke M.C., Baumgartner T., Kaffenberger T., Herwig U. Neural correlates of personality dimensions and affective measures during the anticipation of emotional stimuli. *Brain Imaging and Behav.*, 2011, 5, 86–96.
57. Brunet E, Sarfati Y, Hardy-Baylé MC, Decety J. A PET investigation of the attribution of intentions with a nonverbal task. *Neuroimage*. 2000 Feb; 11(2):157-66.
58. Buccino G, Vogt S, Ritzl A, Fink GR, Zilles K, Freund HJ, Rizzolatti G. Neural circuits underlying imitation learning of hand actions: an event-related fMRI study. *Neuron*. 2004 Apr 22;42(2):323-34.
59. Bufalari I, Aprile T, Avenanti A, Di Russo F, Aglioti SM. Empathy for pain and touch in the human somatosensory cortex. *Cereb Cortex* 17: 2553–2561, 2007.
60. Buzsaki G, Draguhn A. Neuronal oscillations in cortical networks. *Science*, 2004, 304:1926-1929. doi: 10.1126/science.1099745
61. Buzsaki, G. *Rhythms of the Brain*. Oxford Univ. Press, New York, 2006.
62. Canli T. Functional brain mapping of extraversion and neuroticism: Learning from individual differences in emotion processing. *Journal of Personality*, 2004, 72, 1105–1132.
63. Canli T., Zhao Z., Desmond J.E., Kang E., Gross J., Gabrieli J. D. An fMRI study of personality influences on brain reactivity to emotional stimuli. *Behavioral Neuroscience*, 2001, 115, 33–42.

64. Canli, T., Sivers, H., Whitfield, S. L., Gotlib, I. H., & Gabrieli, J. D. (2002). Amygdala response to happy faces as a function of extraversion. *Science*, 296, 2191.
65. 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.
66. Caplan J.B., Madsen JR, Raghavachari S, Kahana MJ. Distinct patterns of brain oscillations underlie two basic parameters of human maze learning. *J. Neurophysiol.* 2001. Vol. 86, № 1. P. 368—380.
67. Carstensen L.L. Personality Development in Adulthood. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* 2001, Pages 11290–11295.
68. Caspi A, Shiner RL. Personality development. In *Handbook of Child Psychology*, V. 3. Social, Emotional, and Personality Development, series ed. W Damon, R Lerner, vol. ed. N Eisenberg, P. 300–65. New York: Wiley. 6th ed., 2006.
69. Cervone, D., Pervin, L.A. (2016). *Personality: Theory and research* (13th Ed.). New York: Wiley, P.7
70. Chan, S.W.Y., Harmer, C.J., Goodwin, G.M., Norbury, R. (2008). Risk for depression is associated with neural biases in emotional categorisation. *Neuropsychologia*, 46, 2896–903.
71. Chan, S.W.Y., Norbury, R., Goodwin, G.M., Harmer, C.J. (2009). Risk for depression and neural responses to fearful facial expressions of emotion. *The British Journal of Psychiatry*, 194, 139–45.
72. Chiu YC, Esterman M, Han Y, Rosen H, Yantis S. Decoding Task-based Attentional Modulation during Face Categorization. *J Cogn Neurosci.*, 2010.
73. Churchland P. Folk psychology and the explanation of human behavior. In: *The Future of Folk Psychology*, edited by Greenwood JD. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 1991, p. 51–69.
74. Clark L. A., & Watson D. (1991). Tripartite model of anxiety and depression: psychometric evidence and taxonomic implications. *Journal of Abnormal Psychology*, 3, 316–336.

75. Cloninger C.R. Temperament and personality. *Current Opinion in Neurobiology*, Volume 4, Issue 2, 1994, Pages 266–273
76. Coan J.A., Allen J.J. B., & McKnight P.E. (2006). A capability model of individual differences in frontal EEG asymmetry. *Biological Psychology*, 72(2), 198–207.
77. Coan J.A., Allen J.J., 2003. Frontal EEG asymmetry and the behavioral activation and inhibition systems. *Psychophysiology* 40, 106–114.
78. Cohen, M. X., Elger, C. E., and Fell, J. (2009). Oscillatory activity and phaseamplitude coupling in the human medial frontal cortex during decision making. *J. Cogn. Neurosci.* 21, 390–402. doi: 10.1162/jocn.2008.21020
79. Cohen, M. X., Elger, C. E., and Ranganath, C. (2007). Reward expectation modulates feedback-related negativity and EEG spectra. *Neuroimage* 35, 968–978. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.11.056
80. Cooper N. R., Croftb R. J., Domineya 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 // *Intern. J. of Psychophysiology*, 2003, Vol. 47, Issue 1, Pages 65-74
81. Coricelli G, Critchley HD, Joffily M, O’Doherty JP, Sirigu A, Dolan RJ. Regret and its avoidance: a neuroimaging study of choice behavior. *Nat Neurosci* 8: 1255–1262, 2005.
82. Costa, P. T., & McCrae, R. R. (1992). Four ways five factors are basic. *Personality and Individual Differences*, 13(6), 653-665.
83. Costa, P. T., Jr., McCrae, R. R. Primary traits of Eysenck's P–E–N system: Three- and five-factor solutions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1995, 69, 308–317.
84. Cremers H.R., Demenescu L.R., Aleman A., Renken,R... Roelofs, K. Neuroticism modulates amygdala-prefrontal connectivity in response to negative emotional facial expressions. *NeuroImage*, 2010, 49, 963–970.
85. Creutzfeldt, O. D. (1995). *Cortex cerebri. Performance, structural and functional organization of the cortex*. Oxford: Oxford University Press.

86. Critchley H, Daly E, Phillips M, Brammer M, Bullmore E, Williams S, van Amelsvoort T, Robertson D, David A, Murphy D (2000) Explicit and implicit neural mechanisms for processing social information from facial expressions: a functional magnetic resonance imaging study. *Hum Brain Mapp* 9:93–105.
87. Crost, N. W., Pauls, C. A., & Wacker, J. (2008). Defensiveness and anxiety predict frontal EEG asymmetry only in specific situational contexts. *Biological Psychology*, 78(1), 43–52.
88. Cunningham WA, Johnson MK, Raye CL, Chris Gatenby J, Gore JC, Banaji MR. Separable neural components in the processing of black and white faces. *Psychol Sci* 15: 806 – 813, 2004.
89. Damasio A. *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York: Putnam Berkeley, 1994.
90. Davidson R.J. Affective style and affective disorders: perspectives from affective neuroscience. *Cogn. Emot.* 1998.12:307–30
91. Davidson R.J. Cerebral asymmetry and emotion: Conceptual and methodological conundrums// *Cognit. Emot.* 1993. V.7. P. 115-138.
92. Davidson, R.J., 2000. Affective style, psychopathology, and resilience: brain mechanisms and plasticity. *American Psychologist* 55, 1196–1214.
93. Davies M, Stone T (Editors). *Mental Simulation*. Oxford, UK: Blackwell, 1995.
94. De Cesarei, A., Codispoti, M. (2011). Affective modulation of the LPP and alpha-ERD during picture viewing. *Psychophysiology*, 48, 1397–404.
95. de Vignemont F, Singer T: The empathic brain: how, when and why? *Trends Cogn Sci* 2006, 10:435-441.
96. Deckersbach T, Miller KK, Klibanski A, Fischman A, Dougherty DD, Blais MA, Herzog DB, Rauch SL (2006) Regional cerebral brain metabolism correlates of neuroticism and extraversion. *Depress Anxiety* 23:133–138.
97. Del Percio C., Le Pera D., Arendt-Nielsen L., Babiloni C., Brancucci A., Chen A.C... Rossini P.M. Distraction affects frontal alpha rhythms related to expectancy of pain: An eeg study. *Neuroimage*, 2006, 31, 1268-1277.

98. Denissen, J.J.A., Penke, L. (2008). Neuroticism predicts reactions to cues of social inclusion. *European Journal of Personality*, 22, 497–517.
99. Deppe M, Schwindt W, Kugel H, Plassmann H, Kenning P. Nonlinear responses within the medial prefrontal cortex reveal when specific implicit information influences economic decision making. *J Neuroimaging*, 2005, 15(2):171-82.
100. Derryberry D., Reed M.A. Temperament and attention: Orienting toward and away from positive and negative signals. *J. Pers. Soc. Psychol.* - 1994. - Vol. 66, N 6. - P. 1128 - 1139
101. DeYoung, C. G.; Hirsh, J. B.; Shane, M. S.; Papademetris, X.; Rajeevan, N.; Gray, J. R. Testing predictions from personality neuroscience: Brain structure and the big five. *Psychological Science*, 2010, 21, 820–828.
102. Digman, J. M. (1997). Higher-order factors of the Big Five. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73, 1246–1256.
103. Dimberg U, Thunberg M, Elmehed K. (2000) Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. // *Psychol Sci*. 2000 Jan;11(1):86-9.
104. Dingemanse N.J., Kazem A.J.N., Reale D., Wright J. Behavioral reaction norms: Animal personality meets individual plasticity. *Trends in Ecology and Evolution*, 2010, 25, 81–89.
105. Donald M. *Origins of the Modern Mind: Three Stages in the Evolution of Culture and Cognition*. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press, 2005.
106. Donnellan M.B., Robins R.W. Personality Development. *Encyclopedia of Human Behavior (Second Edition)* 2012, Pages 68–73.
107. Doppelmayr M, Stadler W, Sauseng P, Rachbauer D, Klimesch W. Gender-related differences in theta bandpower changes of the EEG during the presentation of erotic and child related stimuli. 12th Annual Conference Emotions and the Brain, 2002a, Toronto, Canada 253–263.
108. Doppelmayr M., Klimesch W., Pachinger T., Ripper B. Individual differences in brain dynamics: important implications for the calculation of event-related band power // *Biological Cybernetics*. 1998. V. 79. No. 1. P. 49-57.

109. Doppelmayr M., Klimesch W., Stadler W., Pollhuber D., Heine C. EEG alpha power and intelligence. *Intelligence*, 2002b, 30: 289–302.
110. Driver J. & Spence C. Multisensory perception: Beyond modularity and convergence. *Current Biology*, 2000, 10(20), R731-R735.
111. Duncan J, Owen AM. Common regions of the human frontal lobe recruited by diverse cognitive demands. *Trends in Neurosciences*, 2000, 23, 475–483.
112. Ebmeier KP, Deary IJ, O'Carroll RE, Prentice N, Moffoot APR, Goodwin GM (1994) Personality associations with the uptake of the cerebral blood flow marker ^{99m}Tc-exametazime estimated with single photon emission tomography. *Pers Individ Dif* 17:587–595.
113. Eid M, Diener E. Norms for experiencing emotions in different cultures: inter- and intranational differences. *J Persp Soc Psychol* 81: 869–885, 2001.
114. Eippert, F., Veit, R., Weiskopf, N., Erb, M., Birbaumer, N., Anders, S. (2007). Regulation of emotional responses elicited by threat-related stimuli. *Human Brain Mapping*, 28, 409–23.
115. Ekman P. Facial expression and emotion. *American Psychologist*, 1993, 48:384-392.
116. Ekman, P., & Cordaro, D. (2011). What is meant by calling emotions basic. *Emotion Review*, 3(4), 364-370.
117. Ekman, P., Friesen, W.V. (1976). *Pictures of Facial Affect*. Consulting Psychologist Press, Palo Alto.
118. Elliot A.J., Thrash T.M. Approach and Avoidance Temperament as Basic Dimensions of Personality. *Journal of Personality*. Volume 78, Issue 3, June 2010, Pages 865-906)
119. Ellis H.D., Young A.W. *Faces in their social and biological context* / Young A.W. *Face and Mind* // New York, NJ, Oxford University Press, 1998. P. 67-95.

120. Engel, A.K., Fries, P., 2010. Beta-band oscillations--signalling the status quo? *Curr. Opin. Neurobiol.* 20, 156-65.
121. Ernst, M., and Paulus, M. P. Neurobiology of decision making: a selective review from a neurocognitive and clinical perspective. *Biol. Psychiatry.*, 2005, 58, 597–604. doi: 10.1016/j.biopsych.2005.06.004
122. Eysenck H. J. Wilson G. D. *Manual of the Eysenck Personality Profiler (V6)*, P*Si*-Press, 2000, 244: 90-91
123. Eysenck H.J. *Personality: biological foundations*. In: Vernon, P.A. (Ed.), *The neuropsychology of individual differences*. Academic Press, London, 1994, P. 151–208.
124. Eysenck H.J. *The biological basis of personality – Thomas*: Springfield IL, 1967, - 360-370 p.
125. Eysenck H.J., & Eysenck S. B. G. (1975). *Manual of the Eysenck Personality Questionnaire (junior and adult)*. Kent, UK: Hodder & Stoughton.
126. Eysenck H.J., Wilson G.D., Jackson C.J. *Eysenck Personality Profiler (Short V6)*. Worthing, UK: P*si*.Press, 2000.
127. Feinstein JS, Goldin PR, Stein MB, Brown GG, Paulus MP. (2002) Habituation of attentional networks during emotion processing // *Neuroreport*. 13(10):1255-8.
128. Ferguson M.J., Bargh J.A. How social perception can automatically influence behavior. *Trends Cogn. Sci.*, 2004, 8: 33–39.
129. Fink, A., Neubauer, A.C., 2004. Extraversion and cortical activation: effects of task complexity. *Pers. Individ. Differ.* 36, 333–347.
130. Fink, A., Schrausser, D.G., Neubauer, A.C., 2002. The moderating influence of extraversion on the relationship between IQ and cortical activation. *Pers. Individ. Differ.* 33, 311–326.
131. Fischer H, Wik G, Fredrikson M (1997) Extraversion, neuroticism and brain function: a PET study of personality. *Pers Individ Dif* 23:345–352.

132. Fleeson, W., & Law, K. (2015). Trait enactments as density distributions: The role of actors, situations and observers in explaining stability and variability. *Journal of Personality and Social Psychology*, 109, 1090–1104.
133. Forgas JP. Affective influences on attitudes and judgments. In: *Handbook of Affective Sciences*, edited by Davidson RJ, Scherer KR, Goldsmith HH. New York: Oxford Univ. Press, 2003, p. 852– 870.
134. Fox, N. A., Rubin, K. H., Calkins, S. D., Marshall, T. R., Coplan, R. J., Porges, S. W., & Long, J. M. (1995). Frontal activation asymmetry and social competence at four years of age. *Child Development*, 66, 1770–1784.
135. Francis L.J. The relationship between Eysenck's personality factors and attitude towards substance use among 13-15 year olds // *Personality and Individual Differences*, 1996, Vol. 21, №5, P. 633-640.
136. Fridlund AJ (1994) *Human facial expression: an evolutionary view*. New York: Academic Press.
137. Friston K.J. Testing for anatomical specified regional effects. *Hum Brain Mapp.*, 1997, 5:133-136.
138. Fruhholz S., Prinz M., & Herrmann M. (2010). Affect-related personality traits and contextual interference processing during perception of facial affect. *Neuroscience Letters*, 469, 260–264.
139. Gale A., Edwards J.A., Morris P., Moore R., Forrester D. Extraversion-introversion, neuroticism-stability, and EEG indicators of positive and negative empathic mood *Pers. Pers. Individ. Differ.*, 2001, 30, 449–461.
140. Garavan, H., Ross, T.J., Murphy, K., Roche, R.A., Stein, E.A., 2002. Dissociable executive functions in the dynamic control of behavior: inhibition, error detection, and correction. *NeuroImage* 17, 1820–1829.
141. Geen RG, McCown EJ, Broyles JW (1985) Effects of noise on sensitivity of introverts and extraverts to signals in a vigilance task. *Pers Individ Dif* 6:237–241.

142. Gevins A., Smith M.E., McEvoy, Yu D. High resolution EEG mapping of cortical activation related to working memory: Effects of task difficulty, type of processing and practice. *Cerebral. Cortex.*, 1997, Vol. 7, N 4. P. 374 - 385
143. Goel V, Grafman J, Sadato N, Hallett M. Modeling other minds. *Neuroreport*. 1995 Sep 11;6(13):1741-6.
144. Gomez A, Gomez R. Personality traits of the behavioural approach and inhibition systems: Associations with processing of emotional stimuli. *Pers Ind Diff.*, 2002. 32:1299-1316.
145. Gonzalez-Roldan, A.M., Martínez-Jauand, M., Muñoz-García, M.A., Sitges, C., Cifre, I., Montoya, P., 2011. Temporal dissociation in the brain processing of pain and anger faces with different intensities of emotional expression. *Pain* 152, 853-9.
146. Goubert L, Craig KD, Vervoort T, Morley S, Sullivan MJL, Williams ACD, Cano A, Crombez G: Facing others in pain: the effects of empathy. *Pain* 2005, 118:285-288.
147. Grace, A.A., 1995. The tonic/phasic model of dopamine system regulation: its relevance for understanding how stimulant abuse can alter basal ganglia function. *Drug Alcohol Depend.* 37, 111–129.
148. Gray J.A. Cognition, emotion, conscious experience and the brain. / In T. Dalgleish, M. Power, *Handbook of Cognition and Emotion* // New York, Wiley, 1999.
149. Gray J.A. McNaughton, N. *The Neuropsychology of anxiety: an enquiry into the functions of the septo-hippocampal system*, 2nd ed. // Oxford, Oxford University Press, 2000.
150. Gray, J.A., 1991. Neural systems, emotion and personality. In: Madden IV, J. (Ed.), *Neurobiology of learning, emotion and affect*. Raven Press, New York.
151. Green, M. F., Penn, D. L., Bentall, R., Carpenter, W. T., Gaebel, W., Gur, R. C., ... Heinsen, R. (2008). Social cognition in schizophrenia: An NIMH workshop on definitions, assessment, and research opportunities. *Schizophrenia Bulletin*, 34, 1211–1220.

152. Gruber, T., Müller, M.M., Keil, A., 2002. Modulation of induced gamma band responses in a perceptual learning task in the human EEG. *J. Cogn. Neurosci.* 14, 732–744.
153. Güntekin B., Basar E. Gender differences influence brain's beta oscillatory responses in recognition of facial expressions. *Neurosci. Lett*, 2007, 424, 94–99.
154. Güntekin B., Emek-Savas D. D., Kurt P., Yener G. G., Basar E. (2013). Beta oscillatory responses in healthy subjects and subjects with mild cognitive impairment. *Neuroimage Clin.* 3, 39–46.
155. Güntekin, B., Basar, E., 2009. Facial affect manifested by multiple oscillations. *Int. J. Psychophysiol.* 71, 31-6.
156. Güntekin, B., Basar, E., 2010. Event-related beta oscillations are affected by emotional eliciting stimuli. *Neurosci. Lett.* 483, 173–8.
157. Haas B.W., Constable R.T., Canli T. Stop the sadness: Neuroticism is associated with sustained medial prefrontal cortex response to emotional facial expressions. *NeuroImage*, 2008, 42, 385–392
158. Haas B.W., Omura K., Amin Z., Constable R.T., Canli T. Functional connectivity with the anterior cingulate is associated with extraversion during the emotional Stroop task. *Social Neuroscience*, 2006, 1, 16–24.
159. Haas B.W., Omura K., Constable R.T., Canli T. Emotional conflict and neuroticism: Personality-dependent activation in the amygdala and subgenual anterior cingulate. *Behavioral Neuroscience*, 2007, 121, 249–256.
160. 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. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 2000, 97, 7645–50.
161. Hagemann, D., Hewig, J., Walter, C., Schankin, A., Danner, D., & Naumann, E. (2009). Positive evidence for Eysenck's arousal hypothesis: A combined EEG and MRI study with multiple measurement occasions. *Personality and Individual Differences*, 47(7), 717–721.

162. Hagemann, D., Naumann, E., Lürken, A., Becker, G., Maier, S., & Bartussek, D. (1999). EEG asymmetry, dispositional mood and personality. *Personality and Individual Differences*, 27, 541–568.
163. Hagemann, D., Naumann, E., Thayer, J.F., Bartussek, D., 2002. Does resting EEG asymmetry reflect a trait?: An application of latent state-trait theory. *J. Pers. Soc. Psychol.* 82, 619–641.
164. Haidt J. The moral emotions. In: *Handbook of Affective Sciences*, edited by Davidson RJ, Scherer KR, Goldsmith HH. New York: Oxford Univ. Press, 2003, p. 852– 870.
165. Haier R.J., Siegel B.V., Nuechterlein K.H., Hazlett E., Wu J.C., Paek J., Browning H.L., & Buchsbaum M.S. (1988). Cortical glucose metabolic rate correlates of abstract reasoning and attention studied with positron emission tomography. *Intelligence*, 12, 199-217.
166. Hamann S., Harenski C.L. Exploring the brain's interface between personality, mood, and emotion: Theoretical comment on Canli et al. (2004). *Behavioral Neuroscience*, 2004, 118, 1134–1136.
167. Hari R. & Kujala M. V. Brain basis of human social interaction: From concepts to brain imaging. *Physiological Reviews*, 2009, 89(2):453–79.
168. Harkness K. L., Sabbagh M. A., Jacobson J., Chowdrey N., Chen T. Sensitivity to subtle social information in dysphoric college students: Evidence for an enhanced theory of mind. *Cognition and Emotion*, 2005, 19, 999–1025.
169. Harmon-Jones, E., & Allen, J. J. B. (1997). Behavioral activation sensitivity and resting frontal EEG asymmetry: Covariation of putative indicators related to risk for mood disorders. *Journal of Abnormal Psychology*, 106(1), 159–163.
170. Haxby J.V., Hoffman E.A., Gobbini M.I. Human neural systems for face recognition and social communication. *Biol. Psychiatry*, 2002, 51:1, P. 59-67.
171. Herrmann, C.S., Fründ, I., Lenz, D., 2010. Human gamma-band activity: a review on cognitive and behavioral correlates and network models. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 34, 981-92.

172. Hirsch JI, Moreno DR, Kim KH. Interconnected large-scale systems for three fundamental cognitive tasks revealed by functional MRI. *J Cogn Neurosci*. 2001 Apr 1;13(3):389-405.
173. Holm S. A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian J. Stat.*, 1979, 6:65-70.
174. Holmes, A., Vuilleumier, P., Eimer, M., 2003. The processing of emotional facial expression is gated by spatial attention: Evidence from event-related brain potentials. *Brain Res. Cogn. Brain Res.* 16, 174–184.
175. Hulme OJ, Zeki S. The sightless view: neural correlates of occluded objects. *Cereb Cortex* 17: 1197–1205, 2007
176. Hutcherson CA, Goldin PR, Ramel W, McRae K, Gross JJ (2008) Attention and emotion influence the relationship between extraversion and neural response. *Soc Cogn Affect Neurosci* 3:71–79.
177. Iacoboni M, Lieberman MD, Knowlton BJ, Molnar-Szakacs I, Moritz M, Throop CJ, Fiske AP. Watching social interactions produces dorsomedial prefrontal and medial parietal BOLD fMRI signal increases compared to a resting baseline. *Neuroimage* 21: 1167–1173, 2004.
178. Iacoboni M. Neural mechanisms of imitation. *Curr Opin Neuro- biol* 15: 632–637, 2005.
179. Iidaka T, Omori M, Murata T, Kosaka H, Yonekura Y, Okada T, Sadato N. Neural interaction of the amygdala with the prefrontal and temporal cortices in the processing of facial expressions as revealed by fMRI. *J Cogn Neurosci.*, 2001, 13:1035– 47.
180. Isenberg, N., Silbersweig, D., Engelen, A., Emmerich, S., Malavade, K., Beattie, B., . . . Stern, E. Linguistic threat activates the human amygdala. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1999, 96(18), 10456-10459.
181. Ishai A, Schmidt CF, Boesinger P (2005) Face perception is mediated by a distributed cortical network. *Brain Res Bull* 67:87–93.

182. Ito T.A., Larsen J.T., Smith N.K., Cacioppo J.T. Negative information weighs more heavily on the brain: the negativity bias in evaluative categorizations. *J. Pers. Soc. Psychol.*, 1998, 75, 887–900.
183. Izard CE (1993) Organizational and motivational functions of discrete emotions. In: *Handbook of emotions* (Lewis M, Haviland JM, eds), pp 631–641. New York: Guilford Press.
184. Jackson, Chris & Furnham, Adrian & Forde, Liam & Cotter, Tim. The structure of the Eysenck Personality Profiler. *British journal of psychology*, 2000, 91 (Pt 2). 223-39. 10.1348/000712600161808.
185. Jacobs G.D. and Snyder D. Frontal Brain Asymmetry Predicts Affective Style in Men. *Behavioral Neuroscience*, 1996, 110, 3-6.
186. Jausovec N., Jausovec K. Personality, gender and brain oscillations. *Int J Psychophysiol.* 2007 Dec; 66(3): 215–224.
187. Jausovec, N., Jausovec, K., 2000. EEG activity during the performance of complex mental problems. *Int. J. Psychophysiol.* 36, 73–88.
188. Jessen, S., Kotz, S.A., 2011. The temporal dynamics of processing emotions from vocal, facial, and bodily expressions. *Neuroimage* 58, 665-74.
189. Johnson DL, Wiebe JS, Gold SM, Andreasen NC, Hichwa RD, Watkins GL, Boles Ponto LL (1999) Cerebral blood flow and personality: a positron emission tomography study. *Am J Psychiatry* 156:252–257.
190. Joseph, R., 1990. *Neuropsychiatry, Neuropsychology, and Clinical Neuroscience*, 2nd ednR Williams & Wilkins, Baltimore.
191. Kagan, J. (1999). Born to be shy? In R. Conlan (Ed.), *States of mind* (pp. 29–51). New York: Wiley.
192. Kagan, J., Arcus, D., Snidman, N., Feng, W.Y., Hendler, J., Green, S. (1994). Reactivity in infants: Across-national comparison // *Developmental Psychology*, 30, 342—345.
193. Kamarajan C, Rangaswamy M, Chorlian DB, Manz N, Tang Y, Pandey AK, Roopesh BN, Stimus AT, Porjesz B. Theta oscillations during the processing

of monetary loss and gain: A perspective on gender and impulsivity. *Brain Res*, 2008, 1235:45-62.

194. Kanwisher N, Yovel G. The fusiform face area: a cortical region specialized for the perception of faces. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 361: 2109–2128, 2006

195. Karakas, S., Basar, E., 1998. Early gamma response is sensory in origin: a conclusion based on crosscomparison of results from multiple experimental paradigms. *Int. J. Psychophysiol.* 31, 13–31.

196. Kehoe E.G., Toomey J.M., Balsters J.H., & Bokde A.L. Healthy aging is associated with increased neural processing of positive valence but attenuated processing of emotional arousal: an fMRI study. *Neurobiol Aging*, 2012.

197. Kehoe, E. G., Toomey, J. M., Balsters, J. H., & Bokde, A. L. W. (2011). Personality modulates the effects of emotional arousal and valence on brain activation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(7), 858–870.

198. Keil, A., Müller, M.M., Ray, W.J., Gruber, T., Elbert, T. Human gamma band activity and perception of a gestalt. *J. Neurosci.*, 1999, 19, 7152-61.

199. Kendler, K.S., Kuhn, J., Prescott, C.A. (2004). The interrelationship of neuroticism, sex, and stressful life events in the prediction of episodes of major depression. *American Journal of Psychiatry*, 161, 631–6.

200. Kim SH, Hwang JH, Park HS, Kim SE (2008) Resting brain metabolic correlates of neuroticism and extraversion in young men. *Neuroreport* 19:883– 886.

201. Kirk I.J., Mackay J.C. (2003) The role of theta-range oscillations in synchronising and integrating activity in distributed mnemonic networks // *Cortex*, V. 39, P. 993-1008.

202. Klimecki O.M., Leiberg S., Ricard M., Singer T. Differential pattern of functional brain plasticity after compassion and empathy training. *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.*, 2014, 9:873-879.

203. 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.

204. Klimesch W. Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization // *International Journal of Psychophysiology*, 1996, V. 24, P. 61-100.
205. Klimesch W., Sauseng P., Hanslmayr S. EEG alpha oscillations: The inhibition-timing hypothesis // *Brain Research Reviews*. 2007. Vol. 53. P. 63—88.
206. Knutson B (1996) Facial expressions of emotion influence interpersonal trait inferences. *J Nonverbal Behav* 20:165–182.
207. 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.
208. Knyazev G.G., Bocharov A.V., Levin E.A., Savostyanov A.N., Slobodskoj-Plusnin J.Yu. Anxiety and oscillatory responses to emotional facial expressions. *Brain Research*, Volume 1227, 28 August 2008, Pages 174–188
209. Knyazev G.G., Slobodskoi-Plyusnin YY, Savost'yanov AN, Levin EA, Bocharov AV. Reciprocal Relationships Between the Oscillatory Systems of the Brain. *Neurosci Behav Physiol.*, 2010, 40(1), 29-35.
210. Knyazev G.G.; Slobodskaya H.R.; Wilson G.D. Psychophysiological correlates of behavioural inhibition and activation. *Pers. Individ. Differ.*, 2002, 33, 647–660.
211. Knyazev Gennady G., Savostyanov Alexander N., Bocharov Andrey V., Rimareva Julia M. Anxiety, depression, and oscillatory dynamics in a social interaction model, *Brain Research*, 2016, Vol. 1644, P. 62-69.
212. Knyazev GG, Slobodskoy-Plusnin JY (2007) Behavioural approach system as a moderator of emotional arousal elicited by reward and punishment cues. *Pers Ind Diff* 42:49-59.
213. Knyazev, G. G. Motivation, emotion, and their inhibitory control mirrored in brain oscillations. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 2007, 31, 377–395.
214. Knyazev, G.G., Slobodskoj-Plusnin, J.Y., Bocharov, A.V., 2009. Event-related delta and theta synchronization during explicit and implicit emotion processing. *Neuroscience* 164, 1588-600.

215. Koehler S., Wacker J., Odorfer T., Reif A., Gallinat J., Fallgatter A. J., Herrmann M.J. Resting posterior minus frontal EEG slow oscillations is associated with extraversion and DRD2 genotype, *Biological Psychology*, 2011, Vol. 87, Issue 3, P.407-413.
216. Kostandov EA, Kurova NS, Cheremushkin EA, Petrenko NE, Ashkinazi ML. Synchronization of EEG theta and alpha rhythms in an unconscious set to the perception of an emotional facial expression. *Neurosci Behav Physiol.*, 2010, 40(2):197-204.
217. Kozlovskiy S.A., Pyasik M.M., Korotkova A.V., Vartanov A.V., Glozman J.M, Kiselnikov A.A. Activation of left lingual gyrus related to working memory for schematic faces. *Intern. J. of Psychophysiology*, 2014. 94 (2): 241.
218. Krause, C.M., Viemerö, V., Rosenqvist, A., Sillanmäki, L., Aström, T., 2000. Relative electroencephalographic desynchronization and synchronization in humans to emotional film content: an analysis of the 4–6, 6–8, 8–10, and 10–12 Hz frequency bands. *Neurosci. Lett.* 286, 9–12.
219. Kringelbach, M.L. (2005). The human orbitofrontal cortex: linking reward to hedonic experience. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 691–702.
220. Kukleta, M., Bob, P., Brázdil, M., Roman, R., Rektor, I., 2009. Beta 2-Band Synchronization during a Visual Oddball Task. *Physiol. Res.* 58, 725–732.
221. Kumari V, Das M, Wilson GD, Goswami S, Sharma T (2007): Neuroticism and brain responses to anticipatory fear. *Behav Neurosci* 121:643.
222. Kumari V, Williams SCR, Gray JA (2004): Personality predicts brain responses to cognitive demands. *J Neurosci* 24:10636.
223. Kunisato Y, Okamoto Y, Okada G, Aoyama S, Nishiyama Y, Onoda K, Yamawaki S. Personality traits and the amplitude of spontaneous low-frequency oscillations during resting state. *Neuroscience Letters*, 2011, 492, 109–113.
224. Lake S.L., Stanford M.S., Patton J.H. Emotional processing and frontal asymmetry in impulsive aggressive individuals. *Personality and Individual Differences*, 2014, Vol. 70, P. 131–135.

225. Lambertz, M., Langhorst, P., 1998. Simultaneous changes of rhythmic organization in brainstem neurons, respiration, cardiovascular system and EEG between 0.05 Hz and 0.5 Hz. *J. Auton. Nerv. Syst.* 68, 58–77.
226. Lamm C, Decety J, Singer T: Meta-analytic evidence for common and distinct neural networks associated with directly experienced pain and empathy for pain. *Neuroimage*, 2011, 54:2492-2502.
227. Lamm, C., Singer, T. (2010). The role of the anterior insular cortex in social emotions. *Brain Structure and Function*, 214, 579–91.
228. Lane R.D. Neural substrates of implicit and explicit emotional processes: A unifying framework for psychosomatic medicine. *Psychosom med.*, 2008, 70:214-231.
229. Lavin, A., Grace, A.A., 1996. Physiological properties of rat ventral pallidal neurons recorded intracellularly in vivo. *J. Neurophysiol.* 75, 1432–1443.
230. LeBreton, J. M., Barksdale, C. D., Robin, J., & James, L. R. (2007). Measurement issues associated with conditional reasoning tests: Indirect measurement and test faking. *Journal of Applied Psychology*, 92, 1–16.
231. LeDoux J.E. *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*. New York: Simon & Schuster. 1996
232. Lee L., Harkness K.L., Sabbagh M.A., Jacobson J.A. Mental state decoding abilities in clinical depression. *J.of Affect. Disorders*, 2005, 86, 247–258.
233. Leung L.S., Yim C.Y., 1993. Rhythmic delta-frequency activities in the nucleus accumbens of anesthetized and freely moving rats. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 71, 311– 320.
234. Li J., Tian M., Fang H., Xu M., Li H., Liu J. Extraversion predicts individual differences in face recognition. *Communicative & Integrative Biology*, 2010, 3, 295–298.
235. Libet B. Reflections on the interaction of the mind and brain. *Prog Neurobiol*, 2006, 78:322–326.

236. Liddell BJ, Brown KJ, Kemp AH, Barton MJ, Das P, Peduto A, Gordon E, Williams LM (2005) A direct brainstem-amygdala-cortical “alarm” system for subliminal signals of fear. *Neuroimage* 24: 235–243.
237. Lieberman MD, Gaunt R, Gilbert DT, Trope Y. Reflection and reflexion: a social cognitive neuroscience approach to attributional inference. *Adv. Exp. Soc. Psychol*, 2002, 34:199–249
238. Lievens F., Motowidlo S.J. Situational judgment tests: From measures of situational judgment to measures of general domain knowledge. *Industrial and Organizational Psychology—Perspectives on Science and Practice*, 2015, 9, 3–22.
239. Lu F., Huo Y., Li M., Chen H., Liu F., Wang Y., ... Chen H. (2014). Relationship between personality and gray matter volume in healthy young adults: A voxel-based morphometric study. *PloS One*, 9, e88763.
240. Luo Q, Nakic M, Wheatley T, Richell R, Martin A, Blair RJ. The neural basis of implicit moral attitude--an IAT study using event-related fMRI // *Neuroimage*. 2006 May 1;30(4):1449-57.
241. Luo, Q., Holroyd, T., Jones, M., Hendler, T., Blair, J., 2007. Neural dynamics for facial threat processing as revealed by gamma band synchronization using MEG. *Neuroimage* 34, 839-47.
242. Maddock R.J., Garrett A.S., Buonocore M.H. Posterior cingulate cortex activation by emotional words: fMRI evidence from a valence decision task. *Hum Brain Mapp*. 2003 Jan; 18(1):30-41.
243. Makeig S. Auditory Event-Related Dynamics of the EEG Spectrum and Effects of Exposure to Tones // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1993, 86:283-293.
244. Makeig, S., Delorme, A., Westerfield, M., Jung, T. P., Townsend, J., Courchesne, E., et al. (2004). Electroencephalographic brain dynamics following manually responded visual targets. *PLoS Biol*. 2:e176.
245. Malouin F., Richards C.L., Jackson P.L., Dumas F., Doyon J. Brain activations during motor imagery of locomotor-related tasks: a PET study. *Hum. Brain. Mapp.*, 2003, 19(1):47-62.

246. Matthews G., Amelang M. Extraversion, arousal theory and performance: a study of individual differences in the EEG // *Personality and Individual Differences*, 1993, V. 14, P. 347-364.
247. Mazaheri A., Picton T.W. EEG spectral dynamics during discrimination of auditory and visual targets. *Brain Res. Cogn. Brain Res.*, 2005. 24, 81–96.
248. McCabe K. (2017) Within-Person Variability of Personality and Individual Differences. In: Zeigler-Hill V., Shackelford T. (eds) *Encyclopedia of Personality and Individual Differences*. Springer, Cham. 10.1007/978-3-319-28099-8
249. McCarthy G., Puce A., Belger A., Allison T. Electrophysiological studies of human face perception. II: Response properties of face-specific potentials generated in occipitotemporal cortex. *Cereb Cortex.*, 1999, 9(5): 431–44.
250. McCrae R.R. The maturation of personality psychology: Adult personality development and psychological well-being *Journal of Research in Personality*, Volume 36, Issue 4, August 2002, Pages 307–317.
251. McCrae RR, Costa PT Jr. *Personality in Adulthood: A Five-Factor Theory Perspective*. New York: 2003. Guilford. 2nd ed.
252. Micheloyannis, S., Pachou, E., Stamb, C.J., Vourkas, M., Erimaki, S., Tsirka, V., 2006. Using graph theoretical analysis of multi channel EEG to evaluate the neural efficiency hypothesis. *Neurosci. Lett.* 402, 273–277.
253. Milner AD, Goodale MA. (2008) Two visual systems re-viewed // *Neuropsychologia*. 46(3):774-85.
254. Minnix JA, Kline JP (2004): Neuroticism predicts resting frontal EEG asymmetry variability. *Personality Individual Diff* 36:823–832.
255. 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* (pp. 208-241). New York, NY, US: Guilford Press, 2008.

256. Mischel, W. (2009). From Personality and Assessment (1968) to Personality Science, 2009. *Journal of Research in Personality*, 43(2), 282-290.
257. Mischel, W., 1990. Personality dispositions revisited and revised: a view after three decades. In: Pervin, L.A. (Ed.), *Handbook of Personality: Theory and Research*. Guilford, New York, pp. 111–134.
258. Mischel, W., Shoda, Y., 1995. A cognitive–affective system theory of personality: reconceptualizing situations, dispositions, dynamics, and invariance in personality structure. *Psychological Review* 102 (2), 246–268.
259. Miskovic, V., Schmidt, L.A., 2010. Cross-regional cortical synchronization during affective image viewing. *Brain Res.* 1362, 102-11.
260. Mitchell, D. J., McNaughton, N., Flanagan, D., & Kirk, I. J. (2008). Frontal-midline theta from the perspective of hippocampal “theta.” *Progress in Neurobiology*, 86(3), 156–185.
261. Mitchell, J.P., Banaji, M.R., Macrae, C.N. (2005). The link between social cognition and self-referential thought in the medial prefrontal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 1306–15.
262. Mitchell, R. L. C., & Kumari, V. (2016). Hans Eysenck’s interface between the brain and personality: Modern evidence on the cognitive neuroscience of personality. *Personality and Individual Differences*, 103, 74–81.
263. Moll J, de Oliveira-Souza R, Bramati IE, Grafman J. Functional networks in emotional moral and nonmoral social judgments. In: *Social Neuroscience*, edited by Cacioppo JT, Berntson GG. New York: Psychology Press, 2005, p. 63–72.
264. Montag C., Reuter M., Jurkiewicz M., Markett S., & Panksepp J. Imaging the structure of the human anxious brain: A review of findings from neuroscientific personality psychology. *Reviews in the Neurosciences*, 2013, 24(2), 167-190.
265. Moosbrugger H. & Fischbach A. Evaluating the dimensionality of the Eysenck Personality Profiler-German version: A contribution to the Super Three vs. Big Five discussion. *Personality and Individual Differences*, 2002, 33(2), 191-211.

266. Morris J.S., Ohman A., Dolan R.J. Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala // *Nature*, 1998, V. 393, P. 467-470.
267. Morris JS, Ohman A, Dolan RJ (1999) A subcortical pathway to the right amygdala mediating “unseen” fear. *Proc Natl Acad SciUSA* 96:1680–1685.
268. Motowidlo, S. J., Hooper, A. C., & Jackson, H. L. (2006). Implicit policies about relations between personality traits and behavioral effectiveness in situational judgment items. *Journal of Applied Psychology*, 91, 749–761.
269. Mu, Y., Fan, Y., Mao, L., & Han, S. (2008). Event-related theta and alpha oscillations mediate empathy for pain. *Brain Research*, 1234, 128–136.
270. Murberg T.A, Bru E., Stephens P. Personality and coping among congestive heart failure patients. *Pers. and Individ. Diff.*, 2002, 32, (5), 5: 775–784
271. Muris P., Schmidt H., Merckelbach H., Rassin E. Reliability, factor structure and validity of the Dutch Eysenck Personality Profiler. *Personality and Individual Differences*, 2000 29. 857-868.
272. Musek, J. (2007). A general factor of personality: Evidence for the Big One in the five-factor model. *Journal of Research in Personality*, 41, 1213–1233.
273. Neubauer A.C., Fink A., Intelligence and neural efficiency, *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2009, Vol. 33, Issue 7, P. 1004-1023.
274. Neubauer, A., Freudenthaler, H.H., Pfurtscheller, G., 1995. Intelligence and spatiotemporal patterns of event-related desynchronization (ERD). *Intelligence* 20, 249–266.
275. Neuper C., Pfurtscheller G. Event-related dynamics of cortical rhythms: Frequency-specific features and functional correlates. *Intern. J. Psychophysiol.*, 2001. Vol. 43, 1, P. 41-58
276. Nigbur R., Cohen M.X., Ridderinkhof K.R., Sturmer B. Theta dynamics reveal domain-specific control over stimulus and response conflict. *J. Cogn. Neurosci.*, 2012, 24, 1264–1274. doi: 10.1162/jocn_a_00128
277. Nishida, M., Hirai, N., Miwakeichi, F., Maehara, T., Kawai, K., Shimizu, H., Uchida, S., 2004. Theta oscillation in the human anterior cingulated

cortex during all-night sleep: an electrocorticographic study. *Neurosci. Res.* 50, 331–341.

278. Nishitani N, Schurmann M, Amunts K, Hari R. Broca's region: from action to language. *Physiology* 20: 60 – 69, 2005.

279. Nishitani N. Dynamics of cognitive processing in the human hippocampus by neuromagnetic and neurochemical assessments. *Neuroimage*, 2003, 20:561-571.

280. Nomura M, Ohira H, Haneda K, Iidaka T, Sadato N, Okada T, Yonekura Y (2004) 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* 21:352–363.

281. Nunez P.L. Neocortical dynamics and human EEG rhythms. Oxford University Press, New York, 1995.

282. O'Gorman RL, Kumari V, Williams SCR, Zelaya FO, Connor SEJ, Alsop DC, Gray JA (2006) Personality factors correlate with regional cerebral perfusion. *Neuroimage* 31:489 – 495.

283. Oakes TR., Pizzagalli DA., Hendrick AM., Horras KA., Larson CL., Abercrombie HC., Schaefer SM., Koger JV., Davidson RJ. (2004) Functional Coupling of Simultaneous Electrical and Metabolic Activity in the Human Brain // *Human Brain Mapping* 21:257–270.

284. Ochsner, K.N., Beer, J.S., Robertson, E.R., et al. (2005). The neural correlates of direct and reflected self-knowledge. *NeuroImage*, 21, 1484–96.

285. Ochsner, K.N., Ray, R.D., Cooper, J.C., et al. (2004). For better or for worse: neural systems supporting the cognitive down- and up-regulation of negative emotion. *NeuroImage*, 23, 483–99.

286. Olofsson J.K., Nordin S., Sequeira H., Polich J. Affective picture processing: an integrative review of ERP findings. *Biol. Psychol*, 2008, 77,247-65.

287. Olson, I.R., Plotzker, A., Ezzyat, Y. (2007). The Enigmatic temporal pole: a review of findings on social and emotional processing. *Brain*, 130, 1718–31.

288. Onoda K., Okamoto Y., Shishida K., Hashizume A., Ueda K., Yamashita H., Yamawaki S. Anticipation of affective images and event-related desynchronization (ERD) of alpha activity: An MEG study. *Brain Res.*, 2007, 1151, 134-41.
289. Onton, J., Delorme, A., Makeig, S., 2005. Frontal midline EEG dynamics during working memory. *Neuroimage* 27, 341–56.
290. Oya, H., Kawasaki, H., Howard, M.A.3rd, Adolphs, R., 2002. Electrophysiological responses in the human amygdala discriminate emotion categories of complex visual stimuli. *J. Neurosci.* 22, 9502-12.
291. Panksepp J. At the interface of affective, behavioral and cognitive neurosciences. *Decoding the emotional feelings of the brain. Brain and Cognition*, 2003, V. 52, P. 4-14.
292. Pascual-Marqui R.D. Standardized low-resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA): technical details. *Methods Find Exp. Clin. Pharmacol.*, 2002, 24(Suppl. D):5–12.
293. Paunonen, S.V., Ashton, M.C., 2001. Big five factors and facets and the prediction of behavior. *Journal of Personality and Social Psychology* 81 (3), 524–539.
294. Peelen MV, Downing PE. Selectivity for the human body in the fusiform gyrus. *J Neurophysiol* 93: 603–608, 2005
295. Pekkola J., Ojanen V., Autti T., Jääskeläinen I.P., Möttönen R., Tarkiainen A., Sams M. Primary auditory cortex activation by visual speech: an fMRI study at 3 T. *Neuroreport.*, 2005, 16(2):125-8.
296. Penley JA, Tomaka J. Associations among the Big Five, emotional responses, and coping with acute stress. *Personal. Individ. Differ.* 2002. 32:1215–28
297. Penttonen M, Buzsaki G (2003): Natural logarithmic relationship between brain oscillators. *Thalamus Relat Syst* 2:145–152.
298. Perfetti, B., Moisello, C., Landsness, E. C., Kvint, S., Lanzafame, S., Onofrj, M., et al. Modulation of gamma and theta spectral amplitude and phase

synchronization is associated with the development of visuomotor learning. *J. Neurosci.*, 2011, 31, 14810–14819.

299. Peterson, D.A., Thaut, M.H., 2002. Delay modulates spectral correlates in the human EEG of non-verbal auditory working memory. *Neurosci. Lett.* 328, 17–20.

300. Petrides KV, Jackson CJ, Furnham A, Levine SZ. Exploring issues of personality measurement and structure through the development of a short form of the Eysenck Personality Profiler. *J Pers Assess.*, 2003, 81(3):271-80.

301. Petrides, K. V. (2010). Trait Emotional Intelligence Theory. *Industrial and Organizational Psychology*, 3(02), 136–139.

302. Pfurtscheller G. Induced oscillations in the alpha band: functional meaning // *Epilepsia*, 2003, V. 12, No 44, P. 2-8

303. Pfurtscheller G., Lopes da Silva F.H. Event-related EEG/MEG synchronization and desynchronization: basic principles // *Clinical Neurophysiology*, 1999, V. 110, P. 1842-1857.

304. Phillips ML, Drevets WC, Rauch SL, Lane R (2003) Neurobiology of emotion perception I: the neural basis of normal emotion perception. *Biol Psychiatry* 54:504 –514.

305. Phillips ML, Williams LM, Heining M, Herba CM, Russell T, Andrew C, Bullmore ET, Brammer MJ, Williams SCR, Morgan M, Young AW, Gray JA (2004) Differential neural responses to overt and covert presentations of facial expressions of fear and disgust. *Neuroimage* 21:1484 –1496.

306. Pizzagalli, D.A., Oakes, T.R., Davidson, R.J., 2003. Coupling of theta activity and glucose metabolism in the human rostral anterior cingulate cortex: an EEG/PET study of normal and depressed subjects. *Psychophysiology* 40, 939–949.

307. Ponari M., Trojano L., Grossi D., Conson M. Avoiding or approaching eyes? Introversion/extraversion affects the gaze-cueing effect. *Cognitive Processing*, 2013, 14, 293–299.

308. Porro CA, Francescato MP, Cettolo V, Diamond ME, Baraldi P, Zuiani C, Bazzocchi M, di Prampero PE. Primary motor and sensory cortex activation

during motor performance and motor imagery: a functional magnetic resonance imaging study. *J Neurosci.* 1996, 16(23):7688-98.

309. Rangel, A., Camerer, C., and Montague, P. R. (2008). A framework for studying the neurobiology of value-based decision making. *Nat. Rev. Neurosci.* 9, 545–556.

310. Rauch AV, Ohrmann P, Bauer J, Kugel H, Engelien A, Arolt V, Heindel W, Suslow T (2007) Cognitive coping style modulates neural responses to emotional faces in healthy humans: a 3-T fMRI study. *Cereb Cortex* 17:2526 –2535.

311. Reid, M.S., Flammino, F., Howard, B., Nilsen, D., Leslie, S., Prichep, L.S., (2005) Topographic imaging of quantitative EEG in response to smoked cocaine self-administration in humans. *Neuropsychopharmacology*, 1–13

312. 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. *Exp Brain Res.*, 1996, 111(2):246-52.

313. Roberts, B. W. (2009). Back to the future Personality and assessment and personality development. *Jo. Journal of Research in Personality*, 43, 137–145.

314. Robinson David L. How brain arousal systems determine different temperament types and the major dimensions of personality, *Personality and Individual Differences*, Volume 31, Issue 8, 2001, Pages 1233-1259.

315. Robinson M.D., Moeller S.K., Fetterman A.K. Neuroticism and responsiveness to error feedback: Adaptive self-regulation versus affective reactivity. *Journal of Personality*, 2010, 78, 1469–1496.

316. Robinson M.D., Tamir M. Neuroticism as mental noise: A relation between neuroticism and reaction time standard deviations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2005, 89, 107–114.

317. Rolls, E.T. (2004). The functions of the orbitofrontal cortex. *Brain and Cognition*, 55, 11–29.

318. Rousselet, G., Husk, J., Bennett, P., Sekuler, A., 2007. Single-trial EEG dynamics of object and face visual processing. *Neuroimage* 36, 843–862.

319. Routtenberg, A. The two-arousal hypothesis: reticular formation and limbic system // *Physiol. Rev.*, 1968, Vol. 75, N 1. - P. 51.
320. Rusting, C.L., Larsen, R.J. (1997). Extraversion, neuroticism, and susceptibility to positive and negative affect: a test of two theoretical models. *Personality and Individual Differences*, 22, 607–12.
321. Sabatinelli D., Fortune E.E., Li Q., Siddiqui A., Krafft C... Jeffries, J. Emotional perception: Meta-analyses of face and natural scene processing. *NeuroImage*, 2011, 54, 2524–2533.
322. Saggino A. The Big Three or the Big Five? A replication study. *Personality and Individual Differences*. 2000, Volume 28, Issue 5, Pages 879–886
323. Sakihara, K., Gunji, A., Furushima, W., Inagaki, M., 2012. Event-related oscillations in structural and semantic encoding of faces. *Clin. Neurophysiol.* 123, 270-7.
324. Saklofske D.H., Eysenck H.J., Eysenck S.B.G., Stelmack R.M, Revelle. W. Extraversion–Introversion. *Encyclopedia of Human Behavior (Second Edition)* 2012, Pages 150–159
325. Sakowitz O.W., Quiroga R.Q., Schürmann M., Basar E. Spatio-temporal frequency characteristics of intersensory components in audiovisual evoked potentials. *Brain Res. Cogn. Brain Res.*, 2005. 23, 316–326.
326. Sampaio, A., Soares, J. M., Coutinho, J., Sousa, N., & Goncalves, O. F. (2014). The Big Five default brain: Functional evidence. *Brain Structure and Function*, 219, 1913–1922.
327. Sato, W., Kochiyama, T., Uono, S., Matsuda, K., Usui, K., Inoue, Y., Toichi, M., 2011. Rapid amygdala gamma oscillations in response to fearful facial expressions. *Neuropsychologia* 49, 612-7.
328. Satpute AB, Lieberman MD. 2006. Integrating automatic and controlled processing into neurocognitive models of social cognition. *Brain Res.* 1079:86–97.

329. Sauseng, P., Griesmayr, B., Freunberger, R., Klimesch, W., 2010. Control mechanisms in working memory: a possible function of EEG theta oscillations. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 34, 1015–1022.
330. Saxe R, Kanwisher N. People thinking about thinking people - the role of the temporo-parietal junction in "theory of mind". *Neuroimage* 2003, 19:1835-1842.
331. Scarpa A., Raine A. Psychophysiology of anger and violent behavior. *Psychiatric Clinics of North America.* 1997, V. 20, Issue 2, Pages 375–394
332. Schack B., Krause W. Dynamic power and coherence analysis of ultra short-term cognitive processes - a methodical study. *Brain. Topogr.*, 1995. Vol. 8, 2. P. 127 – 136.
333. Scheuerecker J, Frodl T, Koutsouleris N, Zetzsche T, Wiesmann M, Kleemann AM, Brückmann H, Schmitt G, Möller HJ, Meisenzahl EM (2007) Cerebral differences in explicit and implicit emotional processing—an fMRI study. *Neuropsychobiology* 56:32–39.
334. Schilbach L, Eickhoff SB, Rotarska-Jagiela A, Fink GR, Vogeley K. Minds at rest? Social cognition as the default mode of cognizing and its putative relationship to the “default system” of the brain. *Conscious Cogn* 17: 457–467, 2008.
335. Schlaffke L., Lissek S., Lenz M., Juckel G., Schultz T... Brune M. Shared and nonshared neural networks of cognitive and affective theory-of-mind: A neuroimaging study using cartoon picture stories. *Human Brain Map.*, 2015, 36
336. Schmidtke J.I., Heller, W. Personality, affect and EEG: predicting patterns of regional brain activity related to extraversion and neuroticism. *Pers. Individ. Differ.* 2004, 36, 717–732.
337. Schoenbaum G, Roesch MR, Stalnaker TA, Takahashi YK. (2009) A new perspective on the role of the orbitofrontal cortex in adaptive behaviour // *Nat Rev Neurosci.* 10(12):885-92.
338. Schultz, W. (2015). Neuronal reward and decision signals: From theories to data. *Physiological Reviews*, 95, 853–951.

339. Schurz M, Radua J, Aichhorn M, Richlan F, Perner J: Fractionating theory of mind: a meta-analysis of functional brain imaging studies. *Neurosci Biobehav Rev* 2014, 42:9-34.
340. Schutter, D.J., Putman, P., Hermans, E., van Honk, J., 2001. Parietal electroencephalogram beta asymmetry and selective attention to angry facial expressions in healthy human subjects. *Neurosci. Lett.* 314, 13-6.
341. Schuyler, B. S., Kral, T. R., Jacquart, J., Burghy, C. A., Weng, H. Y., Perlman, D. M., ... Davidson, R. J. (2012). Temporal dynamics of emotional responding: Amygdala recovery predicts emotional traits. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9, 176–181.
342. Seidenbecher T, Laxmi TR, Stork O, Pape HC. Amygdalar and hippocampal theta rhythm synchronization during fear memory retrieval. *Science*, 2003, 301:846-850.
343. Senkowski D., Molholm S., Gomez-Ramirez M., Foxe J.J., Oscillatory beta activity predicts response speed during a multisensory audiovisual reaction time task: a high-density electrical mapping study. *Cereb. Cortex.*, 2006. 16, 1556–65.
344. Seo D., Olman C. A., Haut K. M., Sinha, R., MacDonald, A. W., 3rd, & Patrick, C. J. (2014). Neural correlates of preparatory and regulatory control over positive and negative emotion. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9, 494–504.
345. Servaas M. N., Geerligs L., Renken R. J., Marsman J. B., Ormel J., Riese H., Aleman A. Connectomics and neuroticism: An altered functional network organization. *Neuropsychopharmacology*, 2015, 40, 296–304.
346. Sheng T, Gheytanchi A, Aziz-Zadeh L (2010): Default network deactivations are correlated with psychopathic personality traits. *PLoS one* 5:e12611.
347. Shestyuk, Y.A., Deldin, P.J., Brand, J.E., Deveney, C.M. (2005). Reduced sustained brain activity during processing of positive emotional stimuli in major depression. *Biological Psychiatry*, 57, 1089–96.

348. Siapas A.G., Lubenov E.V., Wilson M.A. Prefrontal phase locking to hippocampal theta oscillations // *Neuron*, 2005, V. 46, P. 141-151.
349. Siddle DA, Morrish RB, White KD, Mangan GL (1969) Relation of visual sensitivity to extraversion. *J Exp Res Pers* 3:264–267.
350. Singer T, Klimecki OM: Empathy and compassion. *Curr Biol* 2014, 24:R875-R878.
351. Singer T, Lamm C: The social neuroscience of empathy. *Ann N Y Acad Sci* 2009, 1156:81-96.
352. Singer T, Seymour B, O’Doherty J, Kaube H, Dolan RJ, Frith CD: Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science* 2004, 303:1157-1162.
353. Smillie L.D., Jackson C.J. Functional Impulsivity and Reinforcement Sensitivity Theory. *Journal of Personality*, Volume 74, Issue 1, pages 47–84, February 2006.
354. Smith B.D., Kline R., Lindgren K., Ferro M., Smith D.A., Nespors A. The lateralized processing of affect in emotionally labile extraverts and introverts: central and autonomic effects. *Biol. Psychol.* 1995, 39, 143–157.
355. Smith ER, DeCoster J. 1999. Associative and rule-based processing: a connectionist interpretation of dual-process models. In *Dual-Process Theories in Social Psychology*, ed. S Chaiken, Y Tropez, pp. 323–36, New York: Guilford
356. Smith, M.E., McEvoy, L.K., Gevins, A., 1999. Neurophysiological indices of strategy development and skill acquisition. *Cogn. Brain Res.* 7, 389–404.
357. Sotero, R. C., & Trujillo-Barreto, N. J. (2008). Biophysical model for integrating neuronal activity, EEG, fMRI and metabolism. *NeuroImage*, 39, 290–309.
358. Spielberg, J. M., Stewart, J. L., Levin, R. L., Miller, G. A., & Heller, W. (2008). Prefrontal cortex, emotion, and approach/withdrawal motivation. *Social and Personality Psychology Compass*, 2, 135–153.

359. Stahl J, Rammsayer T (2004) Differences in the transmission of sensory input into motor output between introverts and extraverts: behavioral and psychophysiological analyses. *Brain Cogn* 56: 293–303.
360. Stemmler G. Selective activation of traits: boundary conditions for the activation of anger. *Personality and Individual Differences*, 22 (1997), pp. 213–233
361. Stemmler G., Wacker J. Personality, emotion, and individual differences in physiological responses *Biological Psychology*, Volume 84, Issue 3, July 2010, Pages 541–551.
362. Stenberg G, Wendt PE, Risberg J (1993) Regional cerebral blood flow and extraversion. *Pers Individ Dif* 15:547–554.
363. Steriade, M. (1993). Cellular substrates of brain rhythms. In E. Niedermeyer, & F. Lopes Da Silva (Eds.), *Electroencephalography: Basic principles, clinical applications, and related fields* (pp. 27-62). Baltimore, MD: Williams & Wilkins.
364. Stoodley, C.J., Schmahmann, J.D. (2009). Functional topography in the human cerebellum: a meta-analysis of neuroimaging studies. *NeuroImage*, 44, 489–501.
365. Strack F, Deutsch R (2004) Reflective and impulsive determinants of social behavior. *Pers Soc Psychol Rev* 8:220 –247.
366. Strick, P.L., Dum, R.P., Fiez, J.A. (2009). Cerebellum and nonmotor function. *The Annual Review of Neuroscience*, 32, 413–34.
367. Stroganova T.A., Orekhova E.V. EEG and infant states. // *Infant EEG and Event-Related Potentials*. M. de Haan (Ed.). New York: Psychology Press, 2013. P. 251—287.
368. Suslow T., Kugel H., Reber H., Bauer J., Dannlowski U., Kersting A., ... Egloff, B. Automatic brain response to facial emotion as a function of implicitly and explicitly measured extraversion. *Neuroscience*, 2010, 167(1), 111-123.
369. Sutton S.K., Davidson R.J. Prefrontal brain asymmetry: A biological substrate of the behavioral approach and inhibition systems. *Psychological Science*, 1997, 8, 204–210.

370. Talairach J., Tournoux P. Co-planar stereotaxic atlas of the human brain. New York: Thieme, 1988.
371. Tallon-Baudry, C., Bertrand, O., Peronnet, F., Pernier, J., 1998. Induced gamma-band activity during the delay of a visual short-term memory task in humans. *J. Neurosci.* 18, 4244–54.
372. Tamietto M, Castelli L, Vighetti S, Perozzo P, Geminiani G, Weiskrantz L, de Gelder B. Unseen facial and bodily expressions trigger fast emotional reactions. *PNAS*, 2009, 106 (42) 17661-17666.
373. Tanji J., Hoshi E. Role of the lateral prefrontal cortex in executive behavioral control. *Physiology Review*, 2008, 88, 37–57.
374. Tomarken AJ, Davidson RJ, Henriques JB. Resting frontal brain asymmetry predicts affective responses to films. *J Pers Soc Psychol.* 1990 Oct;59(4):791-801. PMID: 2254854
375. Tomarken, A.J., Davidson, R.J., 1994. Frontal brain activation in repressors and nonrepressors. *Journal of Abnormal Psychology* 103, 339–349.
376. Tran Y., Craig A., Boord P., Connell K., Cooper N., Gordon E. Personality traits and its associations with resting regional brain activity. *Int. J. Psychophysiol.*, 2006, 60, 215–224.
377. Tran, Y., Craig, A., McIsaac, P., 2001. Extraversion-introversion and 8–13 Hz waves in frontal cortical regions. *Pers. Individ. Differ.* 30, 205–215.
378. Tuladhar, A.M., Huurne, N.T., Schoffelen, J.M., Maris, E., Oostenveld, R., Jensen, O., 2007. Parieto-occipital sources account for the increase in alpha activity with working memory load. *Hum. Brain Mapp.* 31, 31.
379. Turk DJ, Heatherton TF, Kelley WM, Funnell MG, Gazzaniga MS, Macrae CN. Mike or me? Self-recognition in a split-brain patient. *Nat. Neurosci.*, 2002, 5:841–42
380. Van Mechelen I. A royal road to understanding the mechanisms underlying person-in-context behavior. *J. of Research in Personality*, 2009. 43(2), 179–186.

381. Van Overwalle, F. Social cognition and the brain: a meta-analysis. *Hum. Brain Mapp.*, 2009, 30, 829–858.
382. Velmans M. Is human information processing conscious? *Behav. Brain. Sci.*, 1991, 14:651-726.
383. Vinogradova O.S. Expression control and probable functional significance of the neuronal theta-rhythm. *Progr Neurobiol*, 1995, 45:523-583.
384. Vuilleumier P, Pourtois G (2007) Distributed and interactive brain mechanisms during emotion face perception: evidence from functional neuroimaging. *Neuropsychologia* 45:174–194.
385. Wacker J, Dillon DG, Pizzagalli DA (2009) The role of the nucleus accumbens and rostral anterior cingulate cortex in anhedonia: Integration of resting EEG, fMRI, and volumetric techniques. *NeuroImage* 46:327–337.
386. Wacker, J., Chavanon, M.-L., & Stemmler, G. (2006). Investigating the dopaminergic basis of extraversion in humans: A multilevel approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 91(1), 171–187.
387. Wacker, J., Chavanon, M.L., Stemmler, G. Resting EEG signatures of agentic extraversion: new results and meta-analytic integration. *Journal of Research in Personality*, 2010, 44 (2), 167-179
388. Wacker, J., Heldmann, M., & Stemmler, G. (2003). Separating emotion and motivational direction in fear and anger: Effects on frontal asymmetry. *Emotion*, 3(2), 167–193.
389. Wagner T.D., Phan K.L., Liberzon I., Taylor S.F. Valence, gender, and lateralization of functional brain anatomy in emotion: a meta-analysis of findings from neuroimaging // *Neuroimage*. 2003. V.19. N3. P. 513-531.
390. Waller BM, Cray JJ, Burrows AM. Selection for universal facial emotion. *Emotion*, 2008, 8(3):435-9.
391. Walter H, Adenzato M, Ciaramidaro A, Enrici I, Pia L, Bara BG. Understanding intentions in social interaction: the role of the anterior paracingulate cortex. *J Cogn Neurosci*, 2004. 16: 1854–1863

392. Watson D. Neuroticism. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* 2001, P. 10609–10612
393. Wei L, Duan X, Yang Y, Liao W, Gao Q, Ding J, Zhang Z, Zeng W, Li Y, Lu G (2011): The synchronization of spontaneous BOLD activity predicts extraversion and neuroticism. *Brain Res* 1419:68–75.
394. Wei L., Duan X., Zheng C., Wang S., Gao Q., Zhang Z., ... Chen H. (2014). Specific frequency bands of amplitude low-frequency oscillation encodes personality. *Human Brain Mapping*, 35, 331–339.
395. Weng HY, Fox AS, Hessenthaler HC, Stodola DE, Davidson RJ: The role of compassion in altruistic helping and punishment behavior. *PLOS ONE*, 2015, 10: e0143794.
396. Whittington M.A., Cunningham M.O., Lebeau F.E., Racca C., Traub R.D. Multiple origins of the cortical gamma rhythm. *Dev. Neurobiol*, 2010, 71, 92–106.
397. Wiedemann G., Pauli P., Dengler W., Lutzenberger W., Birbaumer N., & Buchkremer G. Frontal brain asymmetry as a biological substrate of emotions in patients with panic disorders. *Archives of General Psychiatry*, 1999, 56, n78–84.
398. Wiggs, C.L., Martin, A., 1998. Properties and mechanisms of perceptual priming. *Curr. Opin. Neurobiol.* 8, 227–233.
399. Williams L., Liddell B., Kemp A., Bryant R., Meares R., Peduto A., Gordon E. An amygdala-prefrontal dissociation of subliminal and supraliminal fear. *Hum Brain Mapp*; 2006. 27:661–2.
400. Winkielman P, Berridge K. Unconscious emotion. *Current Directions in Psychological Science*; 2004. 13:120 –3.
401. Winter K, Spengler S, Bermpohl F, Singer T, Kanske P: Social cognition in aggressive offenders: impaired empathy, but intact theory of mind. *Sci Rep* 2017, 7.
402. Worsley KJ, Marrett S, Neelin P, Vandal AC, Friston KJ, Evans AC (1996) A unified statistical approach or determining significant signals in images of cerebral activation. *Hum Brain Mapp* 4:58-73.

403. Worth N.C., Book A.S. Personality and behavior in a massively multiplayer online role-playing game. *Computers in Human Behavior*, 2014, Vol. 38, P. 322–330.
404. Wright C.I., Williams D., Feczko E., Barrett L.F., Dickerson B.C., Schwartz C.E., Wedig M.M. Neuroanatomical correlates of extraversion and neuroticism. *Cerebral Cortex*, 2006, 16, 1809–1819.
405. Yang Y, Raine A. Prefrontal Structural and Functional Brain Imaging findings in Antisocial, Violent, and Psychopathic Individuals: A Meta-Analysis. *Psychiatry research*, 2009; 174(2):81-88.
406. Zald D.H., McHugo M., Ray K.L., Glahn D.C... Laird A.R. Meta-analytic connectivity modeling reveals differential functional connectivity of the medial and lateral orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 2014, 24, 232–248.
407. Zhang D., Gu R., Broster L. S., Jiang Y., Luo W., Zhang J., Luo Y. J. Linking brain electrical signals elicited by current outcomes with future risk decision-making. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 2014. 8, 84.
408. Zhang J.X., Leung HC, Johnson MK. Frontal activations associated with accessing and evaluating information in working memory: an fMRI study. *Neuroimage*. 2003 Nov; 20(3):1531-9.
409. Zhang, D., Wang, L., Luo, Y., Luo, Y., 2012. Individual differences in detecting rapidly presented fearful faces. *PLoS One* 7, e49517.
410. Zimbardo, P.G. (1990). *Shyness: What it is, what to do about it*. Reading, MA: Addison-Wesley.
411. Zion-Golumbic, E., Kutas, M., Bentin, S. Neural dynamics associated with semantic and episodic memory for faces: evidence from multiple frequency bands. *J. Cogn. Neurosci.*, 2010. 22, 263-77.
412. Zuckerman M, Kuhlman DM, Joireman J, Teta P, Kraft M. 1993. A comparison of three structural models for personality: the Big Three, the Big Five, and the Alternative Five. *J. Personal. Soc. Psychol.* 65:757–68.

ПРИЛОЖЕНИЕ**Приложение 1**

Эмоциональные выражения лиц женского и мужского пола с радостными, гневными и нейтральными выражениями (Ekman, Friesen, 1976), предъвлявшиеся в процессе эксперимента в качестве стимульного материала (Пример).



Приложение 2

Корреляции шкал экстраверсии с выборами типа взаимодействия

		Атака гневным лиц	Атака нейтральных лиц	Атака счастливых лиц	Избегание гневных лиц	Избегание нейтральных лиц	Избегание счастливых лиц	Предложение дружбы гневным лицам	Предложение дружбы нейтральным лицам	Предложение дружбы счастливым лицам
Экстраверсия	г	0,046	-0,112	0,064	-0,165	-0,167	-0,212	0,212	0,292*	0,235
	р	0,384	0,234	0,340	0,143	0,140	0,084	0,083	0,027	0,062
Общительность	г	-0,004	-0,165	-0,235	-0,068	-0,050	-0,136	0,133	0,220	0,350**
	р	0,490	0,142	0,062	0,329	0,374	0,190	0,194	0,075	0,010
Активность	г	-0,035	-0,208	-0,144	-0,023	-0,110	-0,133	0,109	0,331*	0,263*
	р	0,411	0,088	0,176	0,440	0,239	0,195	0,241	0,014	0,042
Ассертивность	г	0,153	0,108	0,230	-0,310*	-0,244	-0,245	0,272*	0,151	-0,050
	р	0,161	0,244	0,067	0,020	0,055	0,055	0,037	0,164	0,374

Примечание:

*. Корреляция значима на уровне 0.05 (1-сторон.), без поправки Бонферрони

** . Корреляция значима на уровне 0.01 (1-сторон.), без поправки Бонферрони

г - Критерий Пирсона

р - Уровень значимости

Корреляции шкал нейротизма с выборами типа взаимодействия

		Атака гневным лиц	Атака нейтральных лиц	Атака счастливых лиц	Избегание гневных лиц	Избегание нейтральных лиц	Избегание счастливых лиц	Предложение дружбы гневным лицам	Предложение дружбы нейтральным лицам	Предложение дружбы счастливым
Нейротизм	r	0,079	0,065	0,023	0,019	-0,003	0,118	-0,175	-0,079	-0,140
	P	0,305	0,338	0,442	0,451	0,492	0,223	0,128	0,306	0,183
Тревожность	r	0,131	0,114	0,124	-0,085	-0,014	0,163	-0,037	-0,083	-0,242
	P	0,198	0,231	0,212	0,292	0,463	0,146	0,405	0,296	0,057
Низкая самооценка	r	0,070	0,006	-0,019	0,055	0,028	0,072	-0,190	-0,033	-0,036
	P	0,326	0,485	0,451	0,361	0,429	0,321	0,108	0,415	0,409
Склонность к пониженному настроению	r	0,009	,047	-0,038	0,070	-0,019	0,070	-0,209	-0,082	-0,085
	P	0,477	0,381	0,403	0,326	0,451	0,326	0,087	0,297	0,293

Примечание:

* Корреляция значима на уровне 0.05 (1-сторон.), без поправки Бонферрони

** Корреляция значима на уровне 0.01 (1-сторон.), без поправки Бонферрони

r - Критерий Пирсона

p - Уровень значимости

Корреляции шкал психотизма с выборами типа взаимодействия

		Атака гневным лиц	Атака нейтральных лиц	Атака счастливых лиц	Избегание гневных лиц	Избегание нейтральных лиц	Избегание счастливых лиц	Предложение дружбы гневным лицам	Предложение дружбы нейтральным лицам	Предложение дружбы счастливым лицам
Психотизм	r	0,281*	0,117	-0,022	-0,396**	-0,144	0,047	0,230	0,032	-0,035
	p	0,032	0,225	0,443	0,004	0,175	0,380	0,067	0,418	0,412
Склонность к риску	r	-0,123	0,009	0,121	-0,164	-0,339*	-0,307*	0,355**	0,293*	0,046
	p	0,213	0,477	0,218	0,143	0,012	0,021	0,009	0,027	0,384
Импульсивность	r	0,267*	0,093	-0,067	-0,258*	-0,064	0,181	0,058	-0,006	-0,065
	p	0,040	0,273	0,333	0,046	0,341	0,120	0,354	0,484	0,337
Безответственность	r	0,338*	0,120	-0,047	-0,386**	0,017	0,089	0,156	-0,130	-0,023
	p	0,013	0,219	0,381		0,456	0,283	0,156	0,199	0,441

Примечание:

* Корреляция значима на уровне 0.05 (1-сторон.), без поправки Бонферрони

** Корреляция значима на уровне 0.01 (1-сторон.), без поправки Бонферрони

r - Критерий Пирсона

p - Уровень значимости