

*На правах рукописи*

**ПЫЛКОВА ЛЮДМИЛА ВЛАДИМИРОВНА**

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

19.00.02. – психофизиология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

**Новосибирск – 2018**

Работа выполнена в лаборатории дифференциальной психофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины» (НИИФФМ, г. Новосибирск).

**Научный руководитель** - Геннадий Георгиевич Князев, заведующий лабораторией дифференциальной психофизиологии НИИФФМ, главный научный сотрудник, доктор биологических наук, доцент.

**Официальные оппоненты:**

Елена Ивановна Николаева, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры возрастной психологии и педагогики семьи Института детства Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург.

Михаил Евгеньевич Мельников, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины» (ФИЦ ФТМ), «Научно-исследовательский институт молекулярной биологии и биофизики» (НИИ МББ), г. Новосибирск.

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии» Российской академии наук, г. Москва.

**Защита диссертации состоится** «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г. в «\_\_» часов на заседании диссертационного совета Д 001.014.01 при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины, 630117, г. Новосибирск, ул. Тимакова, 4, а/я 237. Телефон: (383) 335-98-01. Факс: (383) 335-97-54. E-mail: dissovet@physiol.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины» и на сайте <http://physiol.ru>.

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2018 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор биологических наук

В. Н. Мельников

# 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, установлено значительное влияние ситуации на поведение (Mischel, Shoda, 1995, 2008; Van Mechelen, 2009; Andersen, Thorpe, 2009), что подчеркивает важную роль как эндогенных, так и экзогенных факторов в формировании, развитии и проявлении личности. 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 можно описать как 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 его поведения в ситуационном контексте (Dingemans et al., 2010). Значимость контекста для проявления черт личности, недостаточная исследованность соотношения ее стабильности и пластичности, а также низкая способность большинства тестов личности предсказывать реальное поведение людей (Mischel, 2009) влияют на эффективность психологической диагностики в различных сферах ее применения и определяют актуальность поиска новых критериев оценки. Таким образом, поиск объективных психофизиологических коррелятов личностных черт и поведения, и особенно социального взаимодействия как наиболее важной части жизни человека, дополняющих личностные опросники, актуален как в фундаментальном, так и прикладном аспектах.

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).

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 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) (Motowidlo et al., 2006). Подобные «неосознаваемые стратегии черт личности» 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.

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). Таким образом, в ситуациях социального взаимодействия, актуализирующих проявление личностных черт, вероятнее всего обнаружить различия 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 также 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:

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.

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.

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 вызванная спектральная мощность 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.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **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.

### **Методы исследования**

**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, показавшая достаточно высокую обоснованность, дискриминантную и внутреннюю согласованность (Кнуязев 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 короткой 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). В анализ вошли 9 шкал: анализировались как суперфакторы (Е, Н, П), так и фасеты этих суперфакторов (сумма баллов по каждой шкале).

**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.

**Электроэнцефалограмма.** 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 превращался 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.

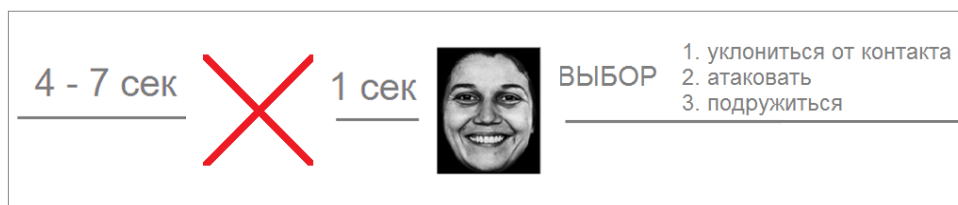


Рисунок 1. Схема предъявления лиц

**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.Arteфакты 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 – CCCП/ ERSP (event-related spectral perturbations). 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, число циклов линейно увеличивалось с частотой. Этот способ лучше подходит для линейной шкалы, используемой 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 предьявления креста и 1000 мс после начала предьявления лица, рассчитывался динамический кросс-спектр. Впоследствии для каждого из 6239 вокселей рассчитывалась плотность источников тока в тета-диапазоне (4 - 8 Гц) в исследуемом интервале.

### Статистический анализ данных

**Поведенческие данные.** Для статистического анализа полученных экспериментальных данных применялись методы дисперсионного (ANOVA) и корреляционного (коэффициент корреляции Пирсона) анализов с применением поправок Гринхауза-Гейссера и Бонферрони в программе SPSS 13.0. Для проверки нормальности распределения данных был использован тест Колмогорова – Смирнова.

**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 каждой точки пространственно-частотно-временного разложения проводился с применением t-критерия для независимых выборок.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При сравнении показателей в подгруппах разного пола достоверных различий по показателям суперфакторов личности не установлено (Таблица 1).

Таблица 1. Средние значения и стандартное отклонение показателей суперфакторов личности

Шкала	Пол	N	M	$\delta$	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.

**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.

Существовало 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.

**Корреляционный анализ.** Корреляционный анализ с использованием коэффициента корреляции Пирсона и поправки на множественные сравнения Бонферрони проводился как для шкал суперфакторов и суммарных оценок выборов каждого типа поведения (атака, избегание контакта, предложение дружбы) независимо от типа лица, так и 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.

По результатам корреляционного анализа взаимосвязи шкал экстраверсии, нейротизма и психотизма с выбором каждого из трех вариантов поведения с использованием одностороннего критерия достоверности выявлено: шкала

экстраверсии достоверно значимо положительно коррелирует с количеством предложений дружбы ( $r = 0,41, p < 0,005$ ), с поправкой Бонферрони; шкала психотизм положительно коррелирует с частотой атак ( $r = 0,27, p < 0,05$ ) гневных лиц, без поправки, и отрицательно с количеством избеганий гневных лиц ( $r = -0,40, p < 0,005$ ); для суперфактора нейротизм значимых корреляций не обнаружено.

### **Связь изменений спектральной мощности тета-ритма и суперфакторов личности при предпочтительных типах поведения**

Анализ изменений СССП проводился для каждого суперфактора личности и соответствующего ему выбора типа поведения для конкретного типа лица: для экстраверсии - предложить дружбу счастливым лицам, для нейротизма - избежать контакта с гневными лицами, для психотизма - атаковать гневные лица, определяемые как наиболее естественные. Анализировали частотный диапазон 4 – 8 Гц (тета) и временной отрезок 100 - 300 мс после предъявления стимула. Для иллюстрации результатов было проведено разделение на группы с низкими и высокими оценками по шкалам личностных суперфакторов по медиане.

**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 высокими оценками по шкале экстраверсии по сравнению с испытуемыми с низкими оценками в тета-диапазоне обнаружена меньшая мощность СССП во фронтальных областях (Рисунок 2).

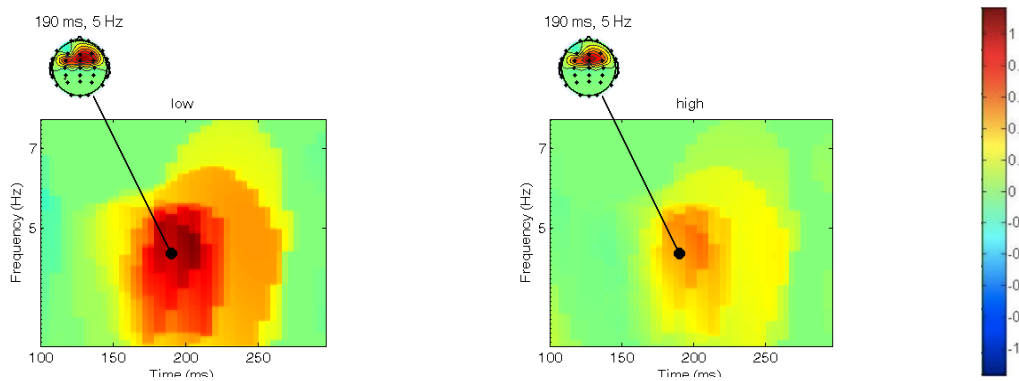


Рисунок 2. Реакция «предложить дружбу» у испытуемых с низким (слева) и высоким (справа) уровнем экстраверсии на счастливые выражения лиц.

*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.

**СССП у испытуемых с разным уровнем нейротизма.** Для реакции избегания на гневные эмоциональные выражения лиц мы видим меньшую мощность СССП в тета-диапазоне у испытуемых с высокими оценками по шкале нейротизм, с поправкой, по сравнению с испытуемыми с низкими оценками по шкале (Рисунок 4).

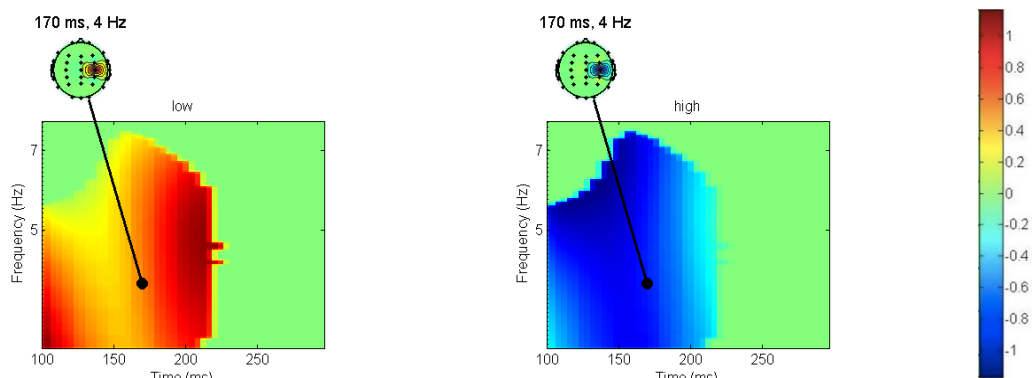


Рисунок 4. Реакция избегания у испытуемых с низким (слева) и высоким (справа) уровнем нейротизма на гневные выражения лиц.

*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.

**СССП у испытуемых с разным уровнем психотизма.** В реакции атаки на гневные выражения лиц мы видим меньшую мощность СССП в тета-диапазоне у испытуемых с высокими оценками по шкале психотизм в отличие от испытуемых с низкими оценками по данной шкале, с поправкой (Рисунок 5).

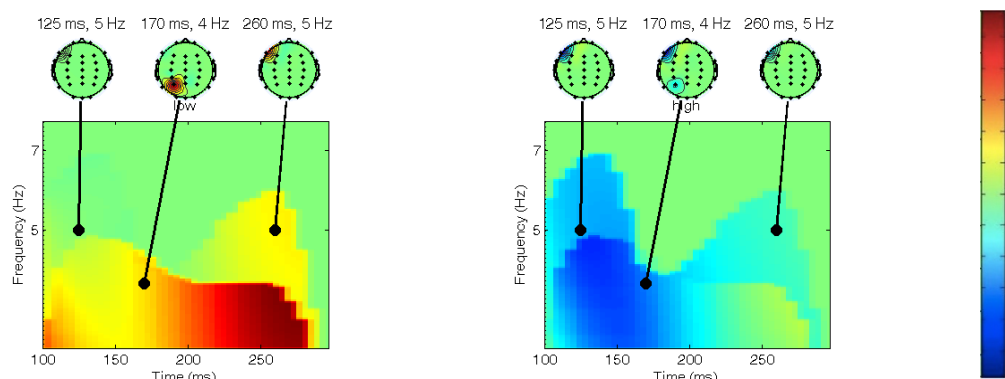


Рисунок 5. Реакция атаки у испытуемых с низким (слева) и высоким (справа) уровнем психотизма на гневные выражения лиц.

*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.

В связи с тем, что СССП является разницей между предстимульным 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 не выявлено.

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

### Локализация обнаруженных различий в спектральной мощности тета-осцилляций

Определение локализации источников обнаруженных эффектов меньшей мощности СССП проводился в sLORETA.

**Локализация источников СССП в тета-диапазоне для шкалы экстраверсии.** Для реакции «предложить дружбу» на счастливые лица у испытуемых с высоким уровнем экстраверсии эффект меньшей мощности СССП в тета-диапазоне локализуется в средней лобной извилине (Middle Frontal Gyrus, BA 46) слева (Рисунок 7) и в височной коре в средней височной извилине (BA 21, Middle Temporal Gyrus) слева (Рисунок 8).

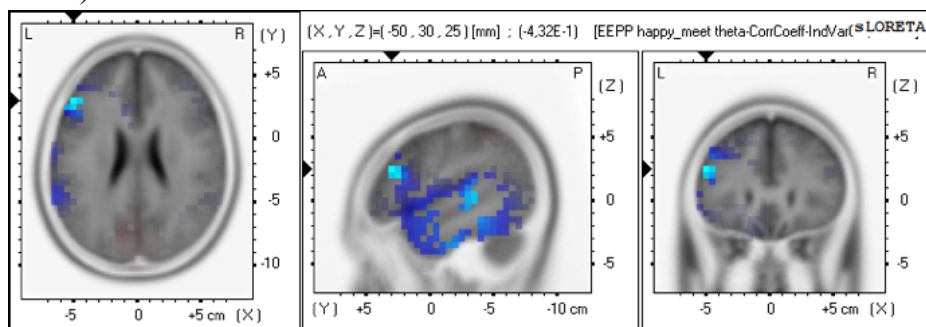


Рисунок 7. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы экстраверсии в области ВА 46 в средней лобной извилине.

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

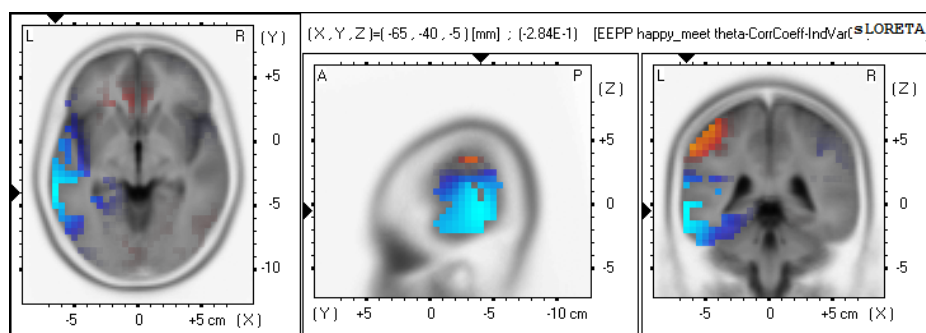


Рисунок 8. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы экстраверсии в области ВА21, в средней височной извилине.

*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 для шкалы нейротизма.** Для реакции избегания на гневные лица эффект меньшей мощности 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).

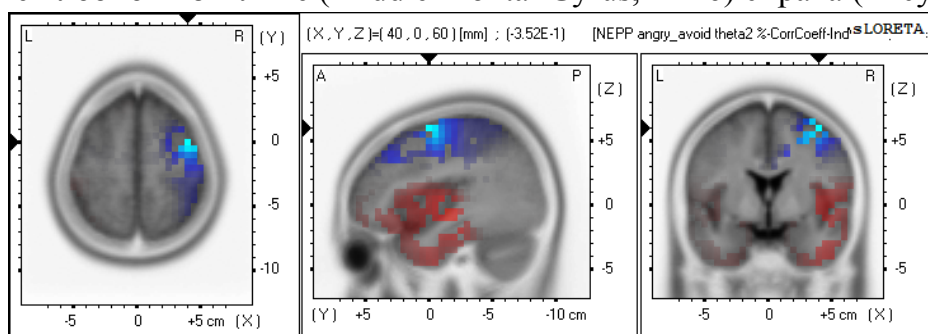


Рисунок 10. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы нейротизма в области ВА 6 в средней лобной извилине.

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

#### Локализация источников СССП в тета-диапазоне для шкалы психотизма.

Эффект меньшей мощности 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).

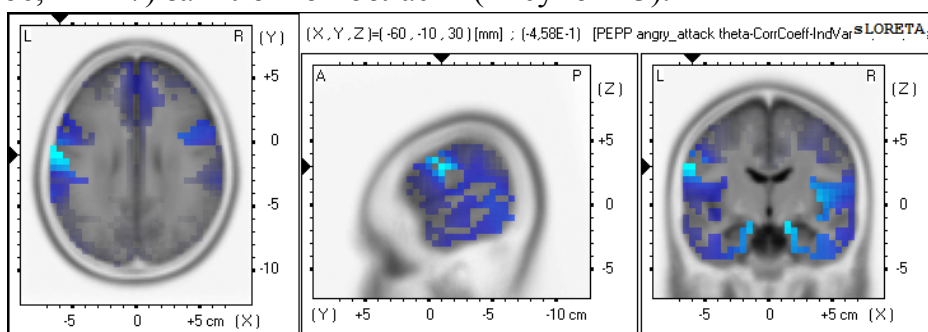


Рисунок 11. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы психотизма в области ВА 4 в предцентральной извилине слева.

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

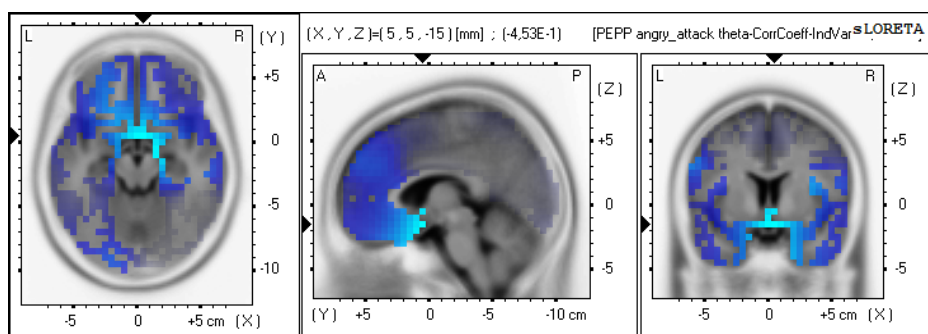


Рисунок 12. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы психотизма в области ВА 25 в подколенной извилине.

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



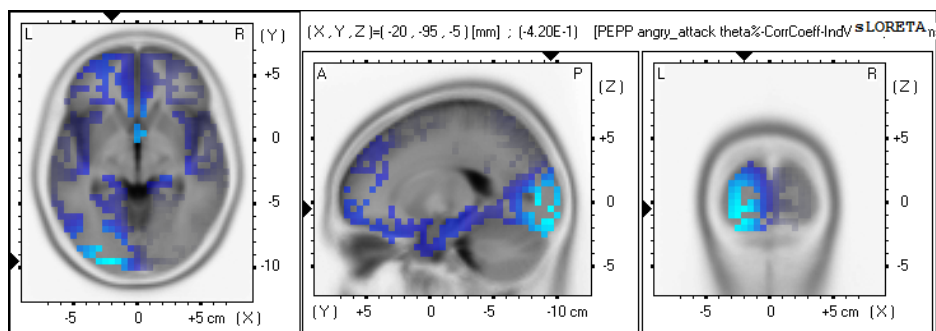


Рисунок 13. Локализация эффекта СССП в тета-диапазоне для шкалы психотизм в области ВА 17 в язычной извилине.

*Примечание. Синий цвет отражает низкий уровень мощности СССП для высоких 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 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.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

**Поведенческие данные.** 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), а **психотизм** с выбором «атаки», которая согласуется с данными исследования об ассоциации шкалы психотизма с выбором роли, связанной с нападением на других людей (Worth, Book, 2014) и общими характеристиками людей с выраженным уровнем психотизма (Eysenck, Wilson, 2000).

Достоверных корреляций в результате статистического анализа между показателями суперфактора **нейротизм** и определенным выбором поведения не обнаружено, что связано, вероятно, со сложной природой суперфактора нейротизм, который помимо беспокойства (об опасности) включает также компонент враждебности (McCrae, Costa, 2003), влияющий на поведение в зависимости от степени его выраженности, что было подтверждено в исследовании, выявившем положительную связь тревожности с выбором избегания с учетом влияния враждебности (Knyazev et al., 2016). В то же время в контексте психобиологической теории коммуникативных стилей (Beatty et al., 1998) 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). Склонность к избеганию контакта определяется как результат смеси интроверсии и нейротизма - невротической интроверсии, связанной с чувством беспокойства (опасности), и свойственной для выраженной коммуникативной тревоги как черты (Eysenck, 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).

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 с учетом сочетания суперфакторов в выборке. В то же время, полученные результаты подтверждают, что предлагаемая экспериментальная модель социальных взаимодействий позволяет выявить присущие испытуемым тенденции в реальном социальном поведении.

**Данные ЭЭГ.** Обнаруженная большая мощность СССП в тета-диапазоне во фронтальных отделах при реакции «предложить дружбу» на счастливые эмоциональные выражения лиц у испытуемых с низкими оценками по шкале **экстраверсии** по сравнению с испытуемыми с высокими 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, что поддерживает гипотезу о меньшей мощности тета у экстравертов, которую можно обсуждать как в контексте специфической повышенной реактивности интровертов (и сниженной реактивности экстравертов, соответственно) (Gale et al., 2001), так и в контексте более низкого уровня мощности в тета-диапазоне как показателя меньшей эмоциональной реакции (Knyazev et al., 2009; Kostandov et al., 2010; Zhang et al., 2012) на ситуацию социального взаимодействия для экстравертов. Локализация источников выявленной активности обнаружена в передней средней лобной извилине в 46 области Бродманна (Middle Frontal Gyrus, Ba 46), слева, которую 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 выбора, происходит уменьшение активации в этой области (Derpe 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 спектральная мощность тета в этой области у экстравертов связана с осуществлением предпочитаемого выбора «предложить

дружбу». Активация в височной коре в средней височной извилине (Brodmann area 21, Middle Temporal Gyrus) наряду с BA46, ассоциируется с процессами социального взаимодействия в модели «Теории разума», в частности в «присвоении намерений другим» (Brunet, 2000): взаимодействуя с системой зеркальных нейронов, она участвует в моделировании внутреннего мира и обеспечивает процессы социального поведения (ТоМ) и имитационного обучения (Vucic et al., 2004).

Обнаружена меньшая мощность СССП в тета-диапазоне в передних отделах мозга справа характерная 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) в ответ на эмоциональные стимулы. 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). Локализация источников меньшей мощности СССП у испытуемых с высоким уровнем нейротизма определена в лобной доле в средней лобной извилине (Middle Frontal Gyrus, BA 6) справа. 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 (Nishitani, 2005). Отрицательная корреляция нейротизма с региональной активностью средней лобной извилины (Kunisato et al., 2011) связывается с менее адаптивным восприятием и обработкой социально и эмоционально значимой информации и саморегуляцией у индивидуумов с высоким уровнем нейротизма (Robinson et al., 2010), и интерпретируется как отражение нерелевантных задач когнитивных процессов, связанных с беспокойством и особенностями их эмоциональной регуляции поведения.

Низкий уровень вызванной спектральной мощности тета-активации у испытуемых с высоким уровнем **психотизма** при выборе типа поведения «атаковать гневные лица» локализован в предцентральной извилине слева (Precentral Gyrus, BA 4) в лобной доле, язычной извилине затылочной области (Lingual Gyrus Occipital Lobe, BA17) и подколенной области передней части поясной извилины (**Subgenual Gyrus, BA 25**). Считается, что предцентральная извилина (первичная моторная кора, Ba 4) участвует в осуществлении моторной и соматосенсорной функций, отражает бессознательное представление потенциального движения, включающего в себя «внимание к действию» и «моторную память» (Poggio et al., 1996), что, вероятно, отражает связь со скоростью принятия решения (импульсивность) и инструментальностью агрессии (Scarpa, Raine, 1997). Активация язычной извилины связывается с распознаванием визуальных образов, в том числе лиц (McCarthy et al.,

1999), отслеживанием движения и визуальным вниманием (Driver, Spence, 2000), приписыванием намерений (Kozlovskiy et al., 2014), и определением дальнейших действий (Brunet et al., 2000). Так же отмечается большая активация на эмоциональные стимулы (Isenberg et al., 1999), в том числе визуальные эмоциональные образы (совместно с миндалиной) по сравнению с изображениями нейтральной эмоции (Kehoe et al., 2012). Активация подколенной области поясничной извилины связывается с реакцией на эмоциональные стимулы (Schoenbaum et al., 2009), процессами памяти (Maddock et al., 2003), а также с моральными переживаниями (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), взаимодействием эмоциональных и связанных с памятью процессов (Maddock et al., 2003). Активируется во время моральных рассуждений совместно с другими областями мозга (BA47 и BA6). Автоматическое/неосознанное индивидуальное моральное отношение к событию включает интегрированный нейронный ответ перечисленных структур, пропорциональный эмоциональной силе стимула (Luo et al., 2006). Следует отметить, что 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 для людей с признаками алекситимии (Aftanas et al., 2003b). 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 с передней частью поясной извилины и дорсолатеральной префронтальной корой (Garavan et al., 2002), что приводит к нарушению эмоциональной оценки стимулов (Luo et al., 2006) и осуществления когнитивного контроля (Yang, 2008), нарушению эмпатии и/или ТоМ, что ведет к антисоциальному поведению, в том числе повышенной агрессии (Winter, 2017). В то же время, максимальный эффект наблюдается в левой предцентральной (первичной моторной). Учитывая, что участники использовали свою правую руку для нажатия кнопки, этот эффект может фактически свидетельствовать о большей «физической» подготовке к «атаке» у испытуемых с низким уровнем психотизма.

Меньшая вызванная спектральная мощность в тета-диапазоне была выявлена преимущественно во фронтальных отделах головного мозга для всех трех шкал: средняя лобная извилина слева – для экстраверсии и справа – для нейротизма, предцентральной извилины в лобной доле слева, и передней части поясной извилины – 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 эту связь (Allen et al., 2004), так и не подтверждающие (Wagner et al., 2003), так как эмоции разного знака могут генерироваться в обоих полушариях мозга (Русалова, 2003), а также связывающие с активностью правого полушария интенсивность эмоционального напряжения, независимо от его знака (Леутин, Николаева, 2005). Положительная корреляция высокой чувствительности к системе поведенческого приближения и активации в левой лобной области (Harmon-Jones, Allen, 1998; Gray et al., 2005), а также склонности к рискованному поведению и передней лобной асимметрией (Black et al., 2014) согласуется с результатами нашего исследования. А обнаруженные 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 данные и наличия взаимосвязи личностных черт экстраверсии и психотизма с системой поведенческого приближения BAS («темперамент приближения», для психотизма - с отрицательной валентностью), а нейротизма - с поведенческой системой торможения BIS («темперамент избегания») (Smillie, Jackson, 2006; Elliot, Thrash, 2010).

Таким образом, была подтверждена наша гипотеза о том, что предпочитаемые типы социального взаимодействия, конгруэнтные чертам суперфакторов личности связаны с меньшей спектральной мощностью в тета-диапазоне в первые 300 мс после предъявления стимулов. Соответственно, уровень активности мозга, отраженный в вызванной спектральной мощности тета-ритма в определенных участках мозга в этот интервал времени, может рассматриваться как маркер общего (независимого от валентности) эмоционального возбуждения, коррелирующий с индивидуальной эмоциональной чувствительностью (Кныазев et al., 2008, 2009), и как критерий оценки конгруэнтности выбора поведения личностным чертам. В связи с относительно небольшим размером выборки, ограничивающим 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 определяет перспективу дальнейшего исследования данной проблематики посредством увеличения выборки испытуемых, с учетом общих активационных процессов, а также особенностей влияния сочетания суперфакторов на поведение.

## 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 СОКРАЩЕНИЙ

- фМРТ – функциональная магнитно-резонансная томография (fMRI, functional Magnetic Resonance Imaging)
- ЭЭГ – электроэнцефалография
- ВА – Brodmann area (поле Бродмана)
- СССП – связанные с событиями спектральные пертурбации (ERSP – event-related spectral perturbations)
- sLORETA – standardized low-resolution brain electromagnetic tomography (стандартизованная электромагнитная томография головного мозга с низким разрешением)
- ТоМ – Теория разума (Theory of Mind)

## СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ РАБОТЫ

1. Knyazev G.G., Pylkova L.V., Slobodskoj-Plusnin J.Y., Bocharov A.V., Ushakov D.V. (2015). Personality and the neural efficiency theory, *Personality and Individual Differences*, V. 86, P. 67-72, ISSN 0191-8869.
2. Knyazev G.G., Slobodskoj-Plusnin J.Y., Bocharov A.V., Pylkova L.V. (2013). Cortical oscillatory dynamics in a social interaction model. *Behavioural Brain Research*, 241, 70-79.
3. Knyazev G.G., Bocharov A.V., Pylkova L.V. (2012). Extraversion and fronto-posterior EEG spectral power gradient: An independent component analysis. *Biological Psychology*, 89, 515-524.
4. Bocharov AV, Slobodskoj-Plusnin JY, Pylkova LV, Mitrophanova LG, Knyazev GG. (2012) EEG correlates of aggression and anxiety in a model of virtual social interactions. *International Journal of Psychophysiology* 85 (3), 381-382.
5. Knyazev G.G., Slobodskoj-Plusnin J.Y., Bocharov A.V., Pylkova L.V. (2011). The default mode network and EEG alpha oscillations: an independent component analysis. *Brain Res.*, 1402, 67-79.
6. Князев Г.Г., Бочаров В.А., Митрофанова Л.Г., Слободской-Плюснин Я.Ю., Пылкова Л.В. (2011). ЭЭГ корреляты агрессивности и тревожности в модели социальных взаимодействий. *Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова*. 2011. Т. 61. № 6. С. 716-723.