
НЕЙРОНАУКИ NEUROSCIENCES

Актуальный взгляд на механизм диадной синхронизации

Вахрушев Д.С.

*Санкт-Петербургский государственный университет (ФГБОУ ВО СПбГУ),
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2271-2207>, e-mail: danvahrushev@gmail.com*

Жукова М.А.

*Санкт-Петербургский государственный университет (ФГБОУ ВО СПбГУ),
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3069-570X>, e-mail: zhukova.marina.spb@gmail.com*

В статье представлен обзор современных зарубежных концепций и эмпирических исследований механизма диадной синхронизации, которая выражается во временном совпадении биологических ритмов и поведения людей, находящихся в парном взаимодействии. В связи с развитием технологий нейровизуализации, возрастает интерес к гиперсканированию, позволяющему регистрировать активность головного мозга в процессе взаимодействия двух и более субъектов, что позволяет выявить механизмы диадной синхронизации. В статье рассматриваются такие проявления синхронизации как изменение электрической активности головного мозга, сердечного ритма, дыхания, синхронизация поведения и гормональные изменения. Диадная синхронизация, возникая на ранних стадиях жизни, опосредует способности человека к обучению, эмпатии, построению близких отношений и привязанности.

Ключевые слова: диадная синхронизация, гиперсканирование, ЭЭГ, психофизиология, психология развития.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 19-78-10102 «Нейробиологические и поведенческие показатели синхронизации в диадах детей и их матерей с опытом институционализации»).

Для цитаты: Вахрушев Д.С., Жукова М.А. Актуальный взгляд на механизм диадной синхронизации [Электронный ресурс] // Современная зарубежная психология. 2021. Том 10. № 2. С. 86—95. DOI: <https://doi.org/10.17759/jmfp.2021100209>

Current view on the dyadic synchrony mechanism

Daniil S. Vakhrushev

*Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2271-2207>, e-mail: danvahrushev@gmail.com*

Marina A. Zhukova

*Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3069-570X>, e-mail: zhukova.marina.spb@gmail.com*

This article contains a review of modern foreign concepts and empirical studies of dyadic synchrony mechanism which manifests in temporal alignment of biological rhythms and behavior of individuals participating in a paired interaction. Due to the development of neuroimaging techniques, the interest in hyperscanning has increased, as it allows to register brain activity of two or more individuals capturing the mechanism of dyadic synchrony. In this article such manifestations of dyadic synchrony as changes in the electrical brain activity, cardiac rhythms, respiratory rate, hormonal levels, and behavior are described. Dyadic synchrony at the early

stages of development underlies individuals' ability to learn, feel empathy, develop attachment and build close relationships.

Keywords: dyadic synchrony, hyperscanning, EEG, psychophysiology, developmental psychology.

Funding. The reported study was funded by the grant No 19-78-10102 from the Russian Science Foundation (RSF).

For citation: Vakhrushev D.S., Zhukova M.A. Current view on the dyadic synchrony mechanism. *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya = Journal of Modern Foreign Psychology*, 2020. Vol. 10, no. 2, pp. 86—95. DOI: <https://doi.org/10.17759/jmfp.2021100209> (In Russ.).

Синхронизация и её значение на протяжении жизни

Под механизмом синхронизации понимается совпадение и со-настройка различных физиологических процессов и поведения в ходе взаимодействия и совместной деятельности двух и более индивидов [4; 11; 32; 9]. Синхронизация наблюдается на всех этапах развития человека и ее адаптивное значение меняется в зависимости от возрастного периода. Механизм межличностной синхронизации способствует научению саморегуляции и построению социальных отношений.

В зависимости от метода или аспекта исследования, авторы выделяют различные составляющие межличностной синхронизации, такие как синхронизация электрической активности головного мозга [21; 4; 9], гормональная синхронизация [7], синхронизация сердцебиения [15; 5] и поведения [24; 4].

В связи с таким обилием различных составляющих механизма, можно сказать, что межличностная синхронизация является комплексным и многогранным процессом и включает в себя различные процессы внутри организма.

Одним из наиболее перспективных методов исследования диадной синхронизации в контексте социальных нейронаук является гиперсканирование, так как позволяет получить синхронные записи мозговой активности в процессе взаимодействия при использовании электроэнцефалограммы, магнитоэнцефалограммы (МЭГ), функциональной ближней инфракрасной спектроскопии (fNIRS) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) [16; 30]. Данные, полученные при помощи гиперсканирования, позволяют выявить межиндивидные связи в мозговой активности и более тонко изучить парные взаимодействия. Каждый из перечисленных ниже методов имеет свои преимущества перед остальными и свои недостатки [12].

Метод функциональной магнитно-резонансной томографии (МРТ) позволяет исследователям получить наивысшее пространственное разрешение, показывая активность с точностью от 3 миллиметров и меньше. Этот метод позволяет получить точную локализацию активации различных отделов мозга не только на периферии коры, но и в глубинных структурах мозга. Он позволяет выявить и изучить отделы мозга, активируемые в процессе взаимодействия людей. Основным недостатком этого метода является плохое временное разрешение. Ещё одним недостатком МРТ является

отсутствие мобильности, что существенно ограничивает, как возможность создания экологически валидного эксперимента, так и, в целом, возможность живого контакта [12]. Такие ограничения связаны, прежде всего, со спецификой оборудования. Человек, находясь в аппарате МРТ, ограничен в возможностях передвижения. Перечисленные недостатки делают данный метод мало пригодным для детей и людей, страдающих клаустрофобией. Однако, несмотря на все эти ограничения, одно из первых исследований в формате гиперсканирования было сделано именно при помощи фМРТ [13]. Исследователи использовали два МРТ-сканера, объединённые при помощи сети Интернет, пока их испытуемые, тоже при помощи Интернета обменивались звуковыми и визуальными посланиями.

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) и магнитоэнцефалограмма (МЭГ), в целом схожи по своим характеристикам. Основные преимущества этих методик заключаются в высоком временном разрешении и относительно низкой стоимости. Временное разрешение электроэнцефалограммы исчисляется в миллисекундах, что позволяет собирать большие объёмы точных данных в динамичном социальном взаимодействии.

Однако, в отличие от МРТ, ЭЭГ и МЭГ позволяют собирать данные только с поверхности кожи головы. Это означает, что полученные данные относятся только к активации коры головного мозга и не показывают, что происходит в более глубоких структурах. Ещё одним недостатком этих методов считается их чувствительность к двигательным артефактам [12]. Несмотря на появление современных установок с большей мобильностью, позволяющих увеличить экологическую валидность исследования, уязвимость к двигательным артефактам все же не позволяет полноценно отойти от лабораторных условий и ограничивает набор доступных экспериментальных парадигм.

Так, например, в большинстве своём исследования при помощи ЭЭГ-установок проводятся в условиях относительной неподвижности испытуемых [21; 12; 4]. В отличие от МРТ, в процессе ЭЭГ или МЭГ-гиперсканирования испытуемые могут сидеть друг напротив друга, двигать руками и корпусом.

Современные портативные ЭЭГ-установки позволяют испытуемым даже совершать перемещения в пространстве [4]. Однако, активная деятельность (например, бег) всё ещё ограничено доступна при использовании ЭЭГ оборудования из-за большой уязвимости

данных к двигательным артефактам. Из-за этого недостатка метод ЭЭГ не рекомендован для использования с маленькими детьми, которым сложно длительное время сохранять относительную неподвижность.

Метод ближней инфракрасной спектроскопии, так же, как и электроэнцефалограмма, позволяет получить данные с корковых структур головного мозга, однако имеет меньшее пространственное разрешение чем МРТ (в пределах 1 см) и меньшее временное разрешение чем ЭЭГ (в пределах 1 секунды). Основное преимущество данного метода состоит в его высокой мобильности и устойчивости к двигательным артефактам [12], что позволяет проводить исследования в полевых условиях, максимально сохраняя экологическую валидность.

Для проведения исследования в формате гиперсканирования следует учитывать методологические и технические особенности данного инструментария. С технической стороны важно рассмотреть различные варианты подключения записывающих устройств. В зависимости от оборудования подключение может быть параллельным, при котором на оба устройства одновременно посылаются необходимые метки с одного компьютера или последовательным, при котором одно из считывающих устройств занимает ведущее положение относительно другого устройства и занимается регуляцией отправки меток [14]. С методологической точки зрения важно учесть баланс между экологической валидностью и экспериментальной составляющей. С одной стороны, это может быть единовременная запись участников в процессе максимально естественного взаимодействия, а с другой — последовательная запись, при которой сначала одного субъекта записывают на видеозапись и регистрируют его показатели, после чего запись предъявляют другому человеку и замеряют показатели второго участника в ответ на предъявленный видеоматериал. Такая синхронизация называется последовательной, потому что, в отличие от живого контакта, происходит односторонняя со-настройка регистрируемых показателей с человеком на видеозаписи [28].

Как видно из вышеописанного, каждый метод исследования имеет свои достоинства и недостатки, с которыми приходится работать исследователям, изучающим мозговую активность в целом и синхронизацию в частности.

Межличностная синхронизация наблюдается при различных типах диадного и группового взаимодействия, такого как обучение в классе, наблюдение за действием другого, общение и других. Синхронизацию можно обнаружить на разных этапах жизни человека, начиная от внутриутробной стадии и заканчивая повседневной жизнью взрослых людей.

Зарождение синхронизации

Зарождением синхронизации можно считать внутриутробный период, так как ещё до рождения ребёнок синхронизируется с биологическими ритмами матери.

Было показано, что в третьем триместре беременности, начиная с 30-й недели гестационного периода [11], различные материнские состояния, такие как гипоксия, гипотермия, стресс, расслабление, эмоциональное состояние и физические упражнения, могут влиять на динамику сердечного ритма плода [11; 15].

Например, в исследовании Ван Левин (Van Leeuwen) с соавторами [15] было показано влияние изменений ритма дыхания матери на координацию сердечных ритмов плода. Эти исследователи тестировали рабочую гипотезу о том, что можно создать условия, в которых будет происходить координация ритмов материнского и детского сердцебиения, варьируя сердечные ритмы матери путём изменения частоты дыхания. Ван Левин ссылался на предыдущие исследования, направленные на изучение влияния таких состояний матери как гипотермия, различный уровень кислорода в крови и физические упражнения [27, 22, 10]. Также автор ссылался на своё более раннее исследование, данные которого показали, что материнские занятия аэробикой во время беременности влияли на общий сердечный ритм плода [2]. В результате анализа полученных данных исследователи обнаружили, что при высоких темпах дыхания, между матерью и ребёнком чаще возникали периоды синхронизации сердцебиения.

Однако, причина возникновения такой синхронизации остаётся для исследователей открытым вопросом.

С эволюционной точки зрения, у человека увеличивается скорость сердцебиения в ситуации стрессовых переживаний по сравнению с состоянием покоя. Можно предположить, что внутриутробная синхронизация между матерью и плодом происходит не только в таких эпизодах жизнедеятельности, как циклы сна и бодрствования, но и в стрессовых состояниях. Необходимо также учитывать, что количество испытуемых в упомянутом исследовании немногочисленно ($n=6$ диад); следовательно, результаты могут отличаться на более масштабной выборке. Более позднее исследование, также проведённое Ван Левин [2] с соавторами и посвящённое изучению синхронизации сердечных ритмов, позволило получить более точную информацию о взаимодействии физиологических показателей матерей и младенцев, находящихся в утробе. Данное исследование, хотя и является продолжением исследования, описанного выше, но имеет куда большую выборку, а значит, увеличивает статистическую доказательность обнаруженных эффектов. В исследовании [2] приняли участие 40 беременных женщин в возрасте от 28 до 35 лет, 21 из которых регулярно занималась аэробикой минимум по 30 минут в день. Авторы стремились проверить гипотезу о том, что различие в сердечных ритмах и их вариативности у матерей и их детей в группе занимающихся спортом и тех, кто не занимался спортом, будет вести к различию в показателях синхронизации сердечных ритмов. Для этого исследователи измеряли сердечные ритмы у матерей и плода в течение 18 минут. Процедура эксперимента была той же, что и в предыдущем исследовании. Было выявлено, что в группе матерей, занимающихся спортом, периоды диадной синхронизации

ции сердечных ритмов возникают реже, чем у тех, кто спортом не занимается. Авторы исследования предположили, что занятия спортом оказывают снижающее значение на сердечную синхронизацию в диаде, так как при занятиях спортом повышается разность сердечных ритмов, общий тонус и замедляется дыхание. Опираясь на выдвинутое Ван Левин и соавторами предположение, можно сказать, что регулярная физическая нагрузка матери, связанная с повышением скорости сердцебиения, аналогичному стрессовым состояниям, влияет на чувствительность плода к изменению сердечных ритмов матери, повышая автономность систем плода и снижает его чувствительность к изменениям состояния матери.

Хандокер (Khandoker) с соавторами [3] получили данные о том, как с гестационным возрастом плода меняется синхронизация сердечной активности плода с сердечной активностью матери. Исследователи собрали данные у 85 беременных женщин, находящихся на 16—39 неделе беременности, 66 из которых имели нормальное течение беременности, а 19 имели различные осложнения, такие как фетальная тахикардия, фетальная брадикардия, различные типы врождённых сердечных дефектов и пр. Данные были собраны при помощи 12-ти электродного электрокардиографа у матери и ультразвуковой регистрации сердцебиения плода. Оказалось, что на более ранних сроках беременности влияние сердцебиения плода (изменение R-R интервала) на сердцебиение матери выше; однако на более поздних сроках наблюдается обратная тенденция: материнское сердцебиение оказывает большее влияние на ритмы плода и наблюдается более сильное, чем на ранних сроках, совпадение сердечных ритмов.

Основная цель данного исследования состояла в том, чтобы изучить, как изменяется взаимная регуляция сердечных ритмов при различных патологиях по сравнению с типичным течением беременности. Полученные данные позволили утверждать, что есть существенное различие в работе данного механизма у нормально протекающих беременностей и беременностей с осложнениями. Различия выражаются в том, что у группы с осложнениями на ранних сроках беременности влияние плода на сердечные ритмы матери меньше, чем при типичном течении беременности, а влияние материнских ритмов на ритмы плода на более поздних сроках выше, чем у группы без отклонений во внутриутробном развитии. Авторы предложили считать полученные данные основой нового метода диагностики развития беременности и выявления патологии. Вместе с тем, они признали, что требуется более обширная клиническая выборка для проверки этой гипотезы.

Анализируя представленный материал, можно предположить, что несмотря на наличие некоторого уровня синхронизации физиологических процессов матери и плода, эта синхронизация слаба в силу различных причин. Одной из причин может быть то, что органы ребёнка меньше и слабее органов взрослых, следовательно, они могут оказывать ощутимо меньшее влияние на процесс синхронизации [5]. Однако стоит заметить, что

уровень синхронизации повышается в случае новизны стимула, о чём говорят, например, результаты исследования группы Ван Левин, в котором выдвинута гипотеза о том, что снижение чувствительности ритмов плода к изменению ритмов сердца матери обуславливается тем, что плод «привыкает» к регулярным занятиям матери спортом. Дальнейшие исследования в этой области помогут уточнить природу внутриутробной синхронизации и её эволюционное значение для развития плода.

Синхронизация в раннем возрасте ребенка

Синхронизация в контексте диады ребёнок-родитель означает совпадение поведения, эмоциональных состояний и биологических ритмов у ребёнка и родителя настолько, что они вместе формируют целостную единицу отношений [11].

Синхронизация на ранних этапах развития помогает ребёнку обучаться регуляции своего состояния, например, регуляции ритмов дыхания и сна. Взрослые люди способны самостоятельно регулировать данные процессы, эта способность развивается у человека по мере взросления, в то время как ребёнок вынужден полагаться на заботящегося взрослого для регуляции этих процессов, а также для научения навыкам социального взаимодействия [11].

Изучение и понимание динамики взаимодействия матерей с детьми и выявление характеристик синхронизации в диадах является важным аспектом для понимания механизма формирования и развития привязанности [32].

Саморегуляция биологических ритмов новорождённых осуществляется за счёт синхронизации с взрослым через прикосновения, поглаживания и вокализации взрослого. Так, во время укладывания спать, ребёнок, чувствуя медленные ритмы дыхания и сердцебиения матери, и, ощущая контакт тела с телом успокаивается и засыпает [11].

Влияние сердечных ритмов матери на сердечные ритмы ребёнка было описано в исследовании Суга [Suga] с соавторами [5]. Для этого исследователи просили матерей варьировать скорость своего дыхания, что повышало частоту сердечных сокращений, пока они держали своих детей (возрастом 6—8 месяцев) на руках. Было обнаружено изменение низкочастотной сердечной активности у ребёнка во время изменения сердечного ритма матери. Однако эти изменения были зарегистрированы у более старших детей в выборке и только в процессе интенсивного дыхания матери. Авторы выдвинули предположение: наблюдаемые изменения связаны с тем, что у детей нет сформированной внутренней модели регуляции физиологических показателей, поэтому материнские ритмы оказывают влияние на нервную систему и, соответственно, на ритмику сердцебиения ребёнка. Это может подтверждаться и тем фактом, что как только дыхание матери возвращалось в норму, зарегистрированные изменения исчезали.

Присутствие взрослого оказывает важное влияние на формирование ранних социальных навыков у детей [11]. Опыт синхронизации в раннем детстве способствует адекватному формированию механизма эмпатии [15], социальной вовлечённости и регуляции стресса [11].

Синхронизация являет собой процесс, при котором физиология и поведение матери и ребёнка координируются в выборочные аффилиативные связи, которые, в последствии перерастают в привязанность. Азари [Azhari] с соавторами [21] при помощи метода ЭЭГ-гиперсканирования собрали данные у 31 диады ребёнок-родитель. Исследователями изучалось влияние родительского стресса на диадную синхронизацию ритмов головного мозга. Диады были разделены на подгруппы в зависимости от выраженности родительского стресса, оценённого при помощи опросников.

Полученные результаты свидетельствовали о том, что более высокие уровни стресса снижают показатели межмозговой синхронизации в области нижней лобной извилины, переднем глазном поле и дорсолатеральной префронтальной коре, которые связаны с произвольным контролем импульсивных решений, склонностью к риску, речевой деятельностью и социальными когнициями. Эти данные показали, что родительский стресс влияет на взаимодействие с ребёнком на мозговом уровне, сказываясь на диадной со-регуляции.

Ещё одно исследование, посвящённое изучению межмозговой синхронизации ребёнка и взрослого, было проведено коллективом Леонг [Leong] с соавторами [23]. С использованием последовательного гиперсканирования при помощи ЭЭГ в двух исследованиях были собраны данные у 38 детей возрастом 8.3 мес. Исследователи изучали, как влияет направление взгляда говорящего взрослого на мозговую синхронизацию младенца со взрослым. Экспериментальная процедура состояла в том, что у детей и у взрослого, видеозапись речевой деятельности которого демонстрировалась детям, снимались показатели электроэнцефалограммы, пока взрослый поочерёдно смотрел в одно из направлений (прямо на ребёнка, на 3/4 и в сторону). В результате исследования были получены данные о том, что во время социальной интеракции происходит совпадение коннективности мозга в альфа и тета диапазоне. Особенно выраженными показатели коннективности были в ситуациях, когда взрослый поддерживал взгляд глаза-в-глаза с младенцем. Данные исследования подтвердили, что при социальном взаимодействии ребёнок и взрослый синхронизируются, что способствует установлению контакта и построению синхронизации между ними [11].

В длительной перспективе, синхронизация является для ребёнка способом овладения культурными символами [11]. За первый год жизни ребёнок посредством символической игры и синхронизации с матерью обучается азам социальной и культурной коммуникации. Было обнаружено, что высокие показатели синхронизации на протяжении первого года жизни благоприятно влияют на уровень эмпатии в подростковом возрас-

те, тогда как низкие показатели могут стать причиной различных нарушений механизмов эмпатии и саморегуляции [11]. Таким образом, можно сказать, что на ранних этапах жизни синхронизация с заботящимся взрослым оказывает значительное влияние на развитие ребёнка во многих сферах.

Ещё одним важным аспектом синхронизации является подготовка ребёнка к совместной деятельности с другими людьми. Исследование Нгуен (Nguen) [26] с соавторами, посвящённое изучению синхронизации детей дошкольного возраста (5 лет) с родителем во время выполнения кооперативной задачи при помощи fNIRS — гиперсканирования показало, что во время совместного выполнения задачи, ребёнок и родитель демонстрировали высокие показатели нейронной синхронизации в височно-теменной и боковой префронтальной областях. Кроме того, эти показатели были подкреплены высокой поведенческой реципрокностью.

Основываясь на этих данных, можно сказать: сотрудничая со взрослым при выполнении задачи, ребёнок синхронизируется с ним на различных уровнях, что позволяет ему эффективно решать поставленные задачи. В дальнейшем эти показатели благоприятно влияют на способность ребёнка работать в коллективе и обучаться новому.

Научение при помощи синхронизации

Подобно тому как при помощи механизма синхронизации на ранних этапах жизни ребёнок учится у матери основам саморегуляции, а позже осваивает азы социального взаимодействия, — более старшие дети и взрослые благодаря механизму синхронизации способны обучаться более сложным навыкам, таким как использование инструментов.

Способность к научению считается одним из важных навыков человека и занимает умы учёных уже давно. Многие отечественные и зарубежные психологи разрабатывали проблему научения, однако, в контексте созвучном пониманию механизма синхронизации, первым на эту проблему обратил внимание Бандура (Bandura). Он полагал, что процесс научения происходит за счет наблюдения за другими, и для наблюдающего обучение происходит гораздо более эффективно, чем для того человека, который совершает действие [1].

С развитием технологий нейровизуализации учёные начинают изучать механизм научения более тонко. Например, Ризолатти (Rizolatti) [29] с соавторами исследовали и описали механизм зеркальных нейронов. Зеркальные нейроны — группы клеток, которые находятся, преимущественно, в корковых структурах головного мозга и обнаруживаются у людей и приматов. Эти группы нейронов участвуют в большом количестве когнитивных процессов и активизируются при наблюдении за действиями других и при планировании собственных действий. Зеркальные нейроны также были обнаружены в подкорковой области, в зоне

островковой доли и миндалевидного тела, которые являются частью лимбической системы, участвующей в регуляции эмоций индивида. Как показало исследование Ризолатти, активация зеркальных нейронов подкорковых областей связана с наблюдением за эмоциями, например, за эмоцией отвращения. Функционирование описанного механизма достигается за счёт того, что электрическая активность в кластерах зеркальных нейронов у наблюдающего схожа с активностью у того, кто совершает действие или испытывает эмоцию. Такая синхронная активность системы зеркальных нейронов, позволяет индивидам понимать состояние и намерение других, что помогает в построении социальных отношений, а также, способствует научению деятельности.

Исследователи продолжают изучать механизм научения за счет синхронизации в целом, и зеркальные нейроны в частности. Так, Ляо (Liao) [9] с соавторами при помощи энцефалограммы исследовали частный случай активности системы зеркальных нейронов — подавление мю-ритмов, у детей и их родителей в процессе игры, подразумевающей наблюдение друг за другом. Подавлением мю-ритмов является снижение колебаний в диапазоне 8—13 Гц, и одновременное подавление ритмов в бета-диапазоне (18—26 Гц) у взрослых, и в диапазоне 5—9 Гц у детей во время выполнения и/или наблюдения за действиями. Подавление мю-ритмов является маркером, сообщаящим об активации зеркальных нейронов [9]. В исследовании было обнаружено подавление мю-ритмов у детей в процессе наблюдения за взрослым во время игры, предполагающей очерёдность. Было показано, что в случае, если взрослый повторял последнее действие ребёнка, это повышало вероятность повторения ребёнком действия взрослого. Можно сказать, что между ребёнком и матерью строилась реципрокная коммуникация, в которой каждый из участников ожидал действий другого. В подтверждение этому было обнаружено подавление мю-ритмов у детей. Опираясь на эти данные, можно сказать, что дети со-настраиваются со взрослыми в процессе диадного взаимодействия и как бы проходят «социальный учебный лагерь» [11], обучаясь взаимодействию с другими людьми, в том числе и посредством различной деятельности, например, игровой.

Ещё одно исследование, направленное на изучение мю-ритмов, было проведено Браадбарт (Braadbaart) [8] с коллегами. Исследователи изучали изменение активности в отделах мозга, в которых расположены зеркальные нейроны и их взаимосвязь с подавлением мю-ритмов в процессе наблюдения за деятельностью и её имитацией. В результате исследования было выдвинуто предположение о том, что в подавлении мю-ритмов участвуют множество корковых структур мозга, которые отвечают за подготовку к действию и имеют чувствительность к визуальным стимулам.

Рутер (Rüther) с соавторами [19] провела исследование возникновения ассоциаций и подавления

мю-ритмов у людей при предъявлении им инструментов, манипуляции с которыми они видели ранее. В результате, были получены данные о том, что мозговая активность при предъявлении инструментов была такой же, как при наблюдении за манипуляциями с ними. Такая активация нейронов может говорить о том, что во время наблюдения за действиями других у человека наблюдается такая же мозговая активность, как и у того, кто взаимодействует с предметами, что позволяет человеку, посредством наблюдения сформировать представление о том, как нужно манипулировать с предъявляемым инструментом.

Ещё одно исследование в области научения провели Диккер (Dikker) [4] с соавторами. Учёные при помощи метода ЭЭГ исследовали синхронизацию электрической активности мозга у людей, находящихся в одном учебном классе, состоящем из 12 учеников, в процессе смоделированного урока. Это исследование особенно примечательно тем, что исследователи анализировали не только диадную, но и на групповую синхронизацию. Синхронизация измерялась исследователями на частотах 1—20 Гц путём определения когерентности ритмов головного мозга в парах испытуемых. Исследователи ожидали обнаружить снижение альфа-ритма при повышении уровня вовлечённости. В результате исследования было выявлено что ученики, при высоком уровне вовлечённости в процесс, проявляли высокий уровень разделённого (совместного) внимания и синхронизации мозговой активности друг с другом. Такая групповая синхронизация, по мнению исследователей, является результатом фокусирования группы на одном стимуле, в данном случае материале урока и/или преподавателе. Также были получены данные о том, что при синхронизации с группой у индивида повышалась вовлечённость в процесс.

Основываясь на этих данных, можно сказать, что синхронизация в поведении и электрической активности мозга является важным компонентом процесса научения, которая позволяет, не только получать новые знания и навыки, но и оставаться вовлечённым в процесс обучения дольше.

Особенности межличностной синхронизации взрослых

Механизм синхронизации наблюдается у человека не только в раннем, но и в более позднем возрасте, в повседневной жизни и в близких отношениях. Об этом, например, свидетельствуют результаты исследования Кук (Cook) [7] с соавторами, в котором изучалась гормональная синхронизация пар друзей. Участники исследования находились в экспериментально смоделированной стрессовой ситуации, вызванной обсуждением неудовлетворительных аспектов их дружеских отношений. Были получены данные о том, что высокий уровень физиологической синхронизации, выраженный в повышении уровня кортизола, и альфа-амилазы коррелирует с низким качеством дружбы, измеренным при

помощи шкалы Interactional Dimensions Coding System Revised (IDCS-R). Авторы объясняют данную синхронизацию высоким уровнем негативного аффекта в отношениях в рамках эксперимента. Однако, при возникновении позитивного аффекта, высокий уровень физиологической синхронизации может позитивно влиять на дружеские отношения. К сожалению, эта гипотеза не была проверена авторами, поскольку не имелось возможности исследовать динамику отношений и синхронизации, как в стрессовой, так и в других ситуациях вне лаборатории, в лабораторных же условиях может быть достигнута ограниченная экологическая валидность исследования, следовательно, за пределами лаборатории результаты могут отличаться.

Ещё одно исследование, посвящённое синхронизации между людьми, состоящими во взаимоотношениях с различной степенью близости (незнакомцы, друзья и люди, находящиеся в романтических отношениях), было проведено Бизегго (Bizeggo) [24] с соавторами. Пары совместно смотрели видеозаписи, которые должны были вызвать у них эмоции отвращения, грусти, страха, гордости и другие, в то время как записывалась электрокардиограмма каждого испытуемого. Авторы предположили, что чем ближе отношения в паре, тем выше будет уровень синхронизации. Были получены данные, свидетельствующие о том, что уровни синхронизации, измеряемые в изменении интервала сердечного ритма, в парах действительно отличались в зависимости от статуса отношений диады испытуемых. Наивысший уровень синхронизации был зарегистрирован в парах незнакомцев, в то время как в близких отношениях, уровень синхронизации был существенно ниже. Авторы предполагают, что в близких отношениях отсутствует новизна опыта совместного проживания эмоций.

В повседневной жизни синхронизация наблюдается не только во время переживания эмоциональных ситуаций в реальной жизни, но и в ином типе взаимодействия. Отдельный интерес для исследователей представляет синхронизация людей в пространстве психотерапевтических отношений [25], так как терапевтический контекст отличается от повседневного опыта и характеризуется особым типом отношений между клиентом и консультантом. Так, результаты исследования, проведённого Личи (Lecchi) [31] с соавторами, посвящённого исследованию ЭЭГ синхронизации между клиентом и психотерапевтом, показали наличие синхронизации мозговой активности не только при взаимодействии вживую, но и во время взаимодействия через Интернет, и существенных различий в уровне синхронизации в зависимости от условий взаимодействия авторами обнаружено не было. Большинство исследований фокусируются на наблюдении живого взаимодействия двух и более людей, однако, судя по этим данным, не обязательно контактировать вживую для того, чтобы происходила синхронизация.

Паулик (Paulick) [18] с соавторами исследовали взаимосвязь уровня невербальной синхронизации, оценённой при помощи метода Motion Energy Analysis (MEA),

и эффективности психотерапии в когнитивно-бихевиоральном подходе. Одной из основных задач исследования была оценка валидности методов анализа терапевтических взаимоотношений посредством видеозаписи. Исследователи получили данные о том, что более низкий уровень невербальной синхронизации связан с преждевременным прекращением терапии.

Ранее мы рассматривали синхронизацию диады родитель-ребёнок со стороны ребёнка. Со стороны родителя синхронизация может быть рассмотрена как индикатор материнской чувствительности. Например, исследование Фелдман (Feldman) [17] с соавторами было направлено на изучение взаимосвязи уровня окситоцина и вовлечённости во взаимодействие. Исследователи измеряли уровни окситоцина в различных биологических жидкостях взрослых (моча, слюна и плазма крови) и их взаимосвязи с показателями интеракции с ребёнком. В исследовании приняли участие 112 родителей средним возрастом около 30 лет и их дети в возрасте 4-6 месяцев. После 10-ти минутной процедуры адаптации, испытуемым было предложено взаимодействовать со своими детьми в течение 15 минут, при этом взаимодействие включало в себя прикосновения. Биоматериал собирался у участников в трех временных точках: кровь до начала исследования, а также моча и слюна до и после исследования. Была обнаружена взаимосвязь уровня окситоцина с позитивной коммуникацией и позитивным вовлечением. Также не было выявлено существенного влияния демографических факторов на уровни окситоцина.

Ещё одно сходное исследование было проведено Аптер-Леви (Apter-Levi) [20] с соавторами, в котором изучалась связь уровней окситоцина и вазопрессина родителей с характеристиками взаимодействия со своими детьми. В исследовании приняли участие 119 родителей обоих полов и их дети в возрасте 4—6 месяцев. Экспериментальная процедура состояла в том, что родителей просили вовлечься в 15-ти минутную интеракцию с ребёнком, включающую в себя прикосновения. Перед взаимодействием у взрослых брали кровь для анализа гормонов. Взаимодействие диады записывалось на видео и в последствии было проанализировано при помощи специальной авторской схемы кодирования поведения, направленной на выявление четырех составляющих интеракции: взгляда, аффекта, вокализации и прикосновения. Так же, родитель после взаимодействия проходил интервью и давал самоотчёт о взаимодействии. Полученные исследователями данные показывают, что взрослые с высокими уровнями окситоцина вовлекались в значительно более эмоциональное взаимодействие с детьми, чем люди с низкими уровнями окситоцина. Родители с высоким уровнем вазопрессина вовлекались в более стимулирующий контакт и проявляли больше стремления к взаимодействию с объектами, вовлекаясь в совместное внимание с ребёнком.

Опираясь на эти данные, можно сказать, что различные уровни таких гормонов как окситоцин и вазопрессин влияют не только на механизм синхронизации

ции, но и на тип предпочитаемого взаимодействия. Эволюционно это может быть связано с тем, что в период родительства, у родителей обоих полов происходит гормональная перестройка, которая влияет на поведение. Например, высокий уровень окситоцина коррелирует с лучшим распознаванием сигналов, исходящих от их детей [20].

Заключение

Как видно из материалов исследований, приведённых выше, механизм синхронизации пронизывает повседневную жизнь человека, затрагивая различные аспекты коммуникации и отношений.

Синхронизация прослеживается не только в ситуациях наблюдения за кем-то и научении навыкам, но и при взаимодействии с незнакомцами, друзьями и близкими. Подробное изучение и описание механизма диа-

дной и групповой синхронизации может способствовать пониманию того, как выстраиваются человеческие взаимоотношения и какие процессы лежат в их основе.

Однако на данном этапе анализа можно сказать, что большинство исследований механизма синхронизации фокусируются на каком-либо одном аспекте синхронизации: изменение сердечных ритмов, электрической активности мозга и/или гормональных уровней.

Для более комплексного понимания механизма синхронизации важно не только изучать различные ситуации его проявления, такие как ситуация научения, терапевтическая сессия с психологом или проживание эмоционального опыта с партнёром, но и проводить комплексные исследования. Сочетание обширного массива физиологических и поведенческих данных в анализе позволит изучить явление синхронизации с различных сторон, а также строить более точные и подробные модели функционирования и разворачивания механизма синхронизации.

Литература

1. Бандура А. Теория социального научения. СПб.: Евразия, 2000. 320 с.
2. Aerobic Exercise during Pregnancy and Presence of Fetal-Maternal Heart Rate Synchronization / P.V. Leeuwen [et al.] // PLoS ONE. 2014. Vol. 9. № 8. Article ID e106036. 9 p. DOI:10.1371/journal.pone.0106036
3. Alterations in Maternal—Fetal Heart Rate Coupling Strength and Directions in Abnormal Fetuses / A.H. Khandoker [et al.] // Frontiers in physiology. Vol. 10. Article ID 482. 12 p. DOI:10.3389/fphys.2019.00482
4. Brain-to-Brain Synchrony Tracks Real-World Dynamic Group Interactions in the Classroom / S. Dikker [et al.] // Current Biology. 2017. Vol. 27. № 9. P. 1375—1380. DOI:10.1016/j.cub.2017.04.002
5. Cardiac interaction between mother and infant: enhancement of heart rate variability / A. Suga [et al.] // Scientific Reports. 2019. Vol. 9. № 1. Article ID 20019. 9 p. DOI:10.1038/s41598-019-56204-5
6. Chronic trauma impairs the neural basis of empathy in mothers: Relations to parenting and children's empathic abilities / J. Levy [et al.] // Developmental Cognitive Neuroscience. 2019. Vol. 38. Article ID 100658. 11 p. DOI:10.1016/j.dcn.2019.100658
7. Cook E.C. Affective and physiological synchrony in friendships during late adolescence // Journal of Social and Personal Relationships. 2020. Vol. 37. № 4. P. 1296—1316. DOI:10.1177/0265407519895106
8. Do mirror neuron areas mediate mu rhythm suppression during imitation and action observation? / L. Braadbaart [et al.] // International Journal of Psychophysiology. 2013. Vol. 89. № 1. P. 99—105. DOI:10.1016/j.ijpsycho.2013.05.019
9. EEG imaging of toddlers during dyadic turn-taking: Mu-rhythm modulation while producing or observing social actions / Y. Liao [et al.] // NeuroImage. 2015. Vol. 112. P. 52—60. DOI:10.1016/j.neuroimage.2015.02.055
10. Effects of acute and chronic maternal exercise on fetal heart rate / K.A. Webb [et al.] // Journal of applied physiology. 1994. Vol. 77. № 5. P. 2207—2213. DOI:10.1152/jappl.1994.77.5.2207
11. Feldman R. Parent—infant synchrony and the construction of shared timing; physiological precursors, developmental outcomes, and risk conditions // Journal of Child Psychology and Psychiatry. 2007. Vol. 48. № 3—4. P. 329—354. DOI:10.1111/j.1469-7610.2006.01701.x
12. Hyperscanning: A Valid Method to Study Neural Inter-brain Underpinnings of Social Interaction / A. Czeszumski [et al.] // Frontiers in Human Neuroscience. 2020. Vol. 14. Article ID 39. 17 p. DOI:10.3389/fnhum.2020.00039
13. Hyperscanning: Simultaneous fMRI during Linked Social Interactions / P. Montague [et al.] // NeuroImage. 2002. Vol. 16. P. 1159—1164. DOI:10.1006/nimg.2002.1150
14. Implementing EEG hyperscanning setups / P. Barraza [et al.] // MethodsX. 2019. Vol. 6. P. 428—436. DOI:10.1016/j.mex.2019.02.021
15. Influence of paced maternal breathing on fetal-maternal heart rate coordination / P.V. Leeuwen [et al.] // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2009. Vol. 106. № 33. P. 13661—13666. DOI:10.1073/pnas.0901049106
16. Interpersonal Synchrony: A Survey of Evaluation Methods across Disciplines / E. Delaherche [et al.] // IEEE Transactions on Affective Computing. 2012. Vol. 3. № 3. P. 349—365. DOI:10.1109/T-AFFC.2012.12
17. Maternal and paternal plasma, salivary, and urinary oxytocin and parent-infant synchrony: considering stress and affiliation components of human bonding / R. Feldman [et al.] // Developmental science. 2011. Vol. 14. № 4. P. 752—761. DOI:10.1111/j.1467-7687.2010.01021.x

18. Nonverbal Synchrony: A New Approach to Better Understand Psychotherapeutic Processes and Drop-Out / J. Paulick [et al.] // *Journal of Psychotherapy Integration*. 2017. Vol. 28. № 3. P. 367—384. DOI:10.1037/int0000099
19. Observed manipulation of novel tools leads to mu rhythm suppression over sensory-motor cortices / N.N. Rüter [et al.] // *Behavioural Brain Research*. 2014. Vol. 261. P. 328—335. DOI:10.1016/j.bbr.2013.12.033
20. Oxytocin and vasopressin support distinct configurations of social synchrony / Y. Apter-Levi [et al.] // *Brain Research*. 2014. Vol. 1580. P. 124—132. DOI:10.1016/j.brainres.2013.10.052
21. Parenting Stress Undermines Mother-Child Brain-to-Brain Synchrony: A Hyperscanning Study / A. Azhari [et al.] // *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. Article ID 11407. 9 p. DOI:10.1038/s41598-019-47810-4
22. Prolonged fetal bradycardia secondary to maternal hypothermia in response to urosepsis / G.D. Hankins [et al.] // *American journal of perinatology*. 1997. Vol. 14. № 4. P. 217—219. DOI:10.1055/s-2007-994130
23. Speaker gaze increases information coupling between infant and adult brains / V. Leong [et al.] // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2017. Vol. 114. № 50. P. 13290—13295. DOI:10.1073/pnas.1702493114
24. Strangers, Friends, and Lovers Show Different Physiological Synchrony in Different Emotional States / A. Bizzego [et al.] // *Behavioral Sciences*. 2020. Vol. 10. № 1. Article ID 11. 13 p. DOI:10.3390/bs10010011
25. Synchrony in Psychotherapy: A Review and an Integrative Framework for the Therapeutic Alliance / S.L. Koole [et al.] // *Frontiers in Psychology*. 2016. Vol. 7. Article ID 862. 17 p. DOI:10.3389/fpsyg.2016.00862
26. The effects of interaction quality on neural synchrony during mother-child problem solving / T. Nguyen [et al.] // *Cortex*. 2020. Vol. 124. P. 235—249. DOI:10.1016/j.cortex.2019.11.020
27. The effects of maternal hyperoxia on fetal breathing movements, body movements and heart rate variation in growth retarded fetuses / D.J. Bekedam [et al.] // *Early Human Development*. 1991. Vol. 27. № 3. P. 223—232. DOI:10.1016/0378-3782(91)90196-A
28. The integration of social and neural synchrony: a case for ecologically valid research using MEG neuroimaging / J. Levy [et al.] // *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 2021. Vol. 16. № 1—2. P. 143—152. DOI:10.1093/scan/nsaa061
29. The mirror mechanism: a basic principle of brain function / G. Rizzolatti [et al.] // *Nature Reviews Neuroscience*. 2016. Vol. 17. № 12. P. 757—765. DOI:10.1038/nrn.2016.135
30. The two-brain approach: how can mutually interacting brains teach us something about social interaction? / I. Konvalinka [et al.] // *Frontiers in Human Neuroscience*. 2012. Vol. 6. Article ID 215. 10 p. DOI:10.3389/fnhum.2012.00215
31. Using dual-EEG to explore therapist client interpersonal neural synchrony / T. Lecchi [et al.] // *Frontiers in physiology*. 2019. In print. 15 p. DOI:10.31234/osf.io/ebkpv
32. Why Synchrony Matters during Mother-Child Interactions: A Systematic Review / C. Lecle`re [et al.] // *PLoS ONE*. 2014. Vol. 9. № 12. 34 p. DOI:10.1371/journal.pone.0113571

References

1. Bandura A. *Teoriya sotsial'nogo naucheniya* [Social Learning Theory]. Saint Petersburg: Evraziya, 2000. 320 p. (In Russ.).
2. Leeuwen P.V. et al. Aerobic Exercise during Pregnancy and Presence of Fetal-Maternal Heart Rate Synchronization. *PLoS ONE*, 2014. Vol. 9, no. 8, article ID e106036, 9 p. DOI:10.1371/journal.pone.0106036
3. Khandoker A.H. et al. Alterations in Maternal—Fetal Heart Rate Coupling Strength and Directions in Abnormal Fetuses. *Frontiers in physiology*, Vol. 10, article ID 482, 12 p. DOI:10.3389/fphys.2019.00482
4. Dikker S. et al. Brain-to-Brain Synchrony Tracks Real-World Dynamic Group Interactions in the Classroom. *Current Biology*, 2017. Vol. 27, no. 9, pp. 1375—1380. DOI:10.1016/j.cub.2017.04.002
5. Suga A. et al. Cardiac interaction between mother and infant: enhancement of heart rate variability. *Scientific Reports*, 2019. Vol. 9, no. 1, article ID 20019, 9 p. DOI:10.1038/s41598-019-56204-5
6. Levy J. et al. Chronic trauma impairs the neural basis of empathy in mothers: Relations to parenting and children's empathic abilities. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2019. Vol. 38, article ID 100658, 11 p. DOI:10.1016/j.dcn.2019.100658
7. Cook E.C. Affective and physiological synchrony in friendships during late adolescence. *Journal of Social and Personal Relationships*, 2020. Vol. 37, no. 4, pp. 1296—1316. DOI:10.1177/0265407519895106
8. Braadbaart L. et al. Do mirror neuron areas mediate mu rhythm suppression during imitation and action observation? *International Journal of Psychophysiology*, 2013. Vol. 89, no. 1, pp. 99—105. DOI:10.1016/j.ijpsycho.2013.05.019
9. Liao Y. et al. EEG imaging of toddlers during dyadic turn-taking: Mu-rhythm modulation while producing or observing social actions. *NeuroImage*, 2015. Vol. 112, pp. 52—60. DOI:10.1016/j.neuroimage.2015.02.055
10. Webb K.A. et al. Effects of acute and chronic maternal exercise on fetal heart rate. *Journal of applied physiology*, 1994. Vol. 77, no. 5, pp. 2207—2213. DOI:10.1152/jap.1994.77.5.2207
11. Feldman R. Parent—infant synchrony and the construction of shared timing: physiological precursors, developmental outcomes, and risk conditions. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 2007. Vol. 48, no. 3—4, pp. 329—354. DOI:10.1111/j.1469-7610.2006.01701.x
12. Czeszumski A. et al. Hyperscanning: A Valid Method to Study Neural Inter-brain Underpinnings of Social Interaction. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2020. Vol. 14, article ID 39, 17 p. DOI:10.3389/fnhum.2020.00039

13. Montague P. et al. Hyperscanning: Simultaneous fMRI during Linked Social Interactions. *NeuroImage*, 2002. Vol. 16, pp. 1159—1164. DOI:10.1006/nimg.2002.1150
14. Barraza P. et al. Implementing EEG hyperscanning setups. *MethodsX*, 2019. Vol. 6, pp. 428—436. DOI:10.1016/j.mex.2019.02.021
15. Leeuwen P.V. et al. Influence of paced maternal breathing on fetal-maternal heart rate coordination. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009. Vol. 106, no. 33, pp. 13661—13666. DOI:10.1073/pnas.0901049106
16. Delaherche E. et al. Interpersonal Synchrony: A Survey of Evaluation Methods across Disciplines. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 2012. Vol. 3, no. 3, pp. 349—365. DOI:10.1109/T-AFFC.2012.12
17. Feldman R. et al. Maternal and paternal plasma, salivary, and urinary oxytocin and parent-infant synchrony: considering stress and affiliation components of human bonding. *Developmental science*, 2011. Vol. 14, no. 4, pp. 752—761. DOI:10.1111/j.1467-7687.2010.01021.x
18. Paulick J. et al. Nonverbal Synchrony: A New Approach to Better Understand Psychotherapeutic Processes and Drop-Out. *Journal of Psychotherapy Integration*, 2017. Vol. 28, no. 3, pp. 367—384. DOI:10.1037/int0000099
19. Rüther N.N. et al. Observed manipulation of novel tools leads to mu rhythm suppression over sensory-motor cortices. *Behavioural Brain Research*, 2014. Vol. 261, pp. 328—335. DOI:10.1016/j.bbr.2013.12.033
20. Apter-Levi Y. et al. Oxytocin and vasopressin support distinct configurations of social synchrony. *Brain Research*, 2014. Vol. 1580, pp. 124—132. DOI:10.1016/j.brainres.2013.10.052
21. Azhari A. et al. Parenting Stress Undermines Mother-Child Brain-to-Brain Synchrony: A Hyperscanning Study. *Scientific Reports*, 2019. Vol. 9, article ID 11407, 9 p. DOI:10.1038/s41598-019-47810-4
22. Hankins G.D. et al. Prolonged fetal bradycardia secondary to maternal hypothermia in response to urosepsis. *American journal of perinatology*, 1997. Vol. 14, no. 4, pp. 217—219. DOI:10.1055/s-2007-994130
23. Leong V. et al. Speaker gaze increases information coupling between infant and adult brains. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2017. Vol. 114, no. 50, pp. 13290—13295. DOI:10.1073/pnas.1702493114
24. Bizzego A. et al. Strangers, Friends, and Lovers Show Different Physiological Synchrony in Different Emotional States. *Behavioral Sciences*, 2020. Vol. 10, no. 1, article ID 11, 13 p. DOI:10.3390/bs10010011
25. Koole S.L. et al. Synchrony in Psychotherapy: A Review and an Integrative Framework for the Therapeutic Alliance. *Frontiers in Psychology*, 2016. Vol. 7, article ID 862, 17 p. DOI:10.3389/fpsyg.2016.00862
26. Nguyen T. et al. The effects of interaction quality on neural synchrony during mother-child problem solving. *Cortex*, 2020. Vol. 124, pp. 235—249. DOI:10.1016/j.cortex.2019.11.020
27. Bekedam D.J. et al. The effects of maternal hyperoxia on fetal breathing movements, body movements and heart rate variation in growth retarded fetuses. *Early Human Development*, 1991. Vol. 27, no. 3, pp. 223—232. DOI:10.1016/0378-3782(91)90196-A
28. Levy J. et al. The integration of social and neural synchrony: a case for ecologically valid research using MEG neuroimaging. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2021. Vol. 16, no. 1—2, pp. 143—152. DOI:10.1093/scan/nsaa061
29. Rizzolatti G. et al. The mirror mechanism: a basic principle of brain function. *Nature Reviews Neuroscience*, 2016. Vol. 17, no. 12, pp. 757—765. DOI:10.1038/nrn.2016.135
30. Konvalinka I. et al. The two-brain approach: how can mutually interacting brains teach us something about social interaction? *Frontiers in Human Neuroscience*, 2012. Vol. 6, article ID 215, 10 p. DOI:10.3389/fnhum.2012.00215
31. Lecchi T. et al. Using dual-EEG to explore therapist client interpersonal neural synchrony. *Frontiers in physiology*, 2019. In print. 15 p. DOI:10.31234/osf.io/ebkpv
32. Lecl  re C. et al. Why Synchrony Matters during Mother-Child Interactions: A Systematic Review. *PLoS ONE*, 2014. Vol. 9, no. 12, 34 p. DOI:10.1371/journal.pone.0113571

Информация об авторах

Вахрушев Даниил Сергеевич, инженер, Санкт-Петербургский государственный университет (ФГБОУ ВО СПбГУ), г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: danvahrushev@gmail.com

Жукова Марина Андреевна, кандидат психологических наук, научный сотрудник Лаборатории междисциплинарных исследований развития человека, Санкт-Петербургский государственный университет (ФГБОУ ВО СПбГУ), г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: zhukova.marina.spb@gmail.com

Information about the authors

Daniil S. Vakhrushev, Engineer, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, e-mail: danvahrushev@gmail.com

Marina A. Zhukova, PhD in Psychology, Research Fellow, Laboratory of Translational Developmental Sciences, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, e-mail: zhukova.marina.spb@gmail.com

Получена 20.10.2020

Received 20.10.2020

Принята в печать 04.02.2021

Accepted 04.02.2021