

Воднева А.Р.¹, Мачнев Е.Г.¹, Занин Е.В.², Лаишевцева Е.С.³, Григоренко Е.Л.¹ Межличностная синхронизация в дуэтах профессиональных музыкантов: методы оценки и эксплораторный анализ

Vodneva A.R.¹, Machnev E.G.¹, Zanin E.V.², Laishevtseva E.S.³, Grigorenko E.L.¹
Interpersonal synchrony in duets of professional musicians: assessment methods and exploratory analysis

¹ Научно-технологический университет «Сириус», Сириус, Россия

² Магнитогорская государственная консерватория им. М.И. Глинки, Магнитогорск, Россия;
Высшая школа музыки «Сириус», Сириус, Россия

³ Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №40», Сатка, Россия

Исследования межличностной синхронизации активно развиваются за рубежом, но экспериментальное условие музыкального взаимодействия остается малоизученным, несмотря на фундаментальное значение музыки в социальной жизни человека. Данное исследование нацелено на изучение явления межличностной синхронизации на поведенческом уровне во время совместного исполнения музыкальной пьесы профессиональными музыкантами, а также на оценку вклада личностных, профессиональных и музыкальных характеристик в этот процесс. В исследовании приняло участие 16 человек ($M = 30,7$ лет; $SD = 5,6$; 3 женщины), среди них 8 музыкантов Российского национального молодежного симфонического оркестра и 8 музыкантов Заслуженного коллектива России академического симфонического оркестра, исполняющих на струнных или духовых инструментах. В рамках экспериментального взаимодействия фиксировались аудио- и видеоданные исполнения музыкальной пьесы, состоящей из двух частей в разных наклонениях (мажор и минор). Для оценки межличностной синхронизации и индекса социального настоящего применялось программное обеспечение Motion Energy Analysis и пакеты rMEA, Surrogate Synchrony. Эмпатия была измерена с помощью «Опросника когнитивной и аффективной эмпатии», а личностные черты – с помощью опросника «Большая пятерка-2». Информация о профессиональном опыте, наличии абсолютного слуха, навыке чтения с листа была получена с помощью анкеты. Индивидуальный темп был измерен с помощью анализа звуковых дорожек в FL Studio 21. Проведенный эксплораторный анализ позволил оценить указанные выше характеристики, а также выявить значимую взаимосвязь между исполнением части пьесы и межличностной синхронизацией. Необходимы дальнейшие исследования с бóльшим объемом выборки и другими типами дизайна для расширенной проверки взаимосвязей между обозначенными характеристиками.

Ключевые слова: межличностная синхронизация, невербальная синхронизация, социальное взаимодействие, музыканты, эмпатия, личностные черты

Введение

Музыка является не только упорядоченными во времени звуками, но и человеческим поведением, необходимым для создания этих звуков [Merriam, Merriam, 1964]. Совместное музицирование может лежать в основе эволюции социальных связей у *homo sapiens* [Savage et al., 2021]. Так, социальные функции музыки включают формирование и укрепление межличностных связей через синхронизацию настроений, эмоций, действий или принятие перспективы [Savage et al., 2021], то есть способность принимать точку зрения другого [Novembre et al., 2019].

Совместное музицирование предполагает следование за ритмической структурой произведения, которая требует непрерывной временной согласованности на интраиндивидуальном и интериндивидуальном уровнях. С одной стороны, происходит интраиндивидуальная синхронизация с внешним стимулом (например, музыкой), называемая сенсомоторной синхронизацией [Bamford, Davidson, 2019]. С этим явлением тесно связано понятие индивидуального темпа (*spontaneous production rate*), показателя комфортного темпа исполнения [Zamm et al., 2021]. С другой стороны, происходит интериндивидуальная сонастройка (*attunement, alignment*) исполнителей друг на друга, то есть межличностная синхронизация (*interpersonal synchrony*), которая включает в себя широкий спектр процессов на различных уровнях, характеризующихся непрерывной временной согласованностью или координацией участников социального взаимодействия [Hu et al., 2022a]. Такая сонастройка может происходить на поведенческом уровне в виде невербальной синхронизации движений [Chang et al., 2017; Tschacher et al., 2018; Novembre et al., 2019; Bishop et al., 2019; Washburn et al., 2019; Nyman-Salonen et al., 2021; Fujiwara, Yokomitsu, 2021; Zamm et al., 2021; Heggli et al., 2021; Schwartz et al., 2022; Bishop et al., 2023; Орешина, Жукова, 2023; Arellano-Véliz et al., 2024; Vodneva et al., 2024; Орешина, Жукова, 2024] или вербальной синхронизации характеристик голоса и речи [Amiriparian et al., 2019], а на физиологическом [Tschacher, Meier, 2020; Орешина, Жукова, 2023] или межмозговом уровнях [Müller et al., 2013; Zhang et al., 2020; Zamm et al., 2021; Gugnowska et al., 2022; Hu et al., 2022b; Kavaliauskaitė et al., 2023; Орешина, Жукова, 2023] в виде сонастройки активности вегетативной нервной системы или головного мозга. Данное явление в литературе может встречаться под терминами межличностной скоординированности (*coordination*), имитации (*imitation*), эффекта хамелеона (*chameleon effect*) или мимикрии (*mimicry*), отзеркаливания (*mirroring*), конкордации (*concordance*) или корегуляции (*co-regulation*), зачастую с указанием уровня сонастройки [Zhang et al., 2020; Tschacher, Meier, 2020; Tzanaki, 2022; Hu et al., 2022a].

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная... Характеристики музыкального стимула или его представление могут воздействовать на исполнителей, влияя на скоординированность. Указание темпа исполнения музыкального произведения осложняет изучение спонтанной синхронизации, возникающей между исполнителями вследствие их взаимодействия, а не влияния аудиального стимула в виде музыки [Kavaliauskaitė et al., 2023]. Данные межмозговой синхронизации указывают на то, что совместное исполнение, особенно в рамках импровизации, представляет собой не просто комбинацию двух сольных исполнений, а процесс быстрой координации действий обоих музыкантов [Müller et al., 2013]. При этом межмозговая синхронизация усиливается в присутствии музыкального ритма и метра [Hu et al., 2022b]. А знакомство с соисполнителями и их партиями может оказывать влияние на сонастройку в ансамбле через способность предсказывать действия другого [Klein et al., 2022]. Предсказание или прогнозирование собственных действий и действий другого в виде когнитивных моделей находит свое отражение в модели интеграции «Я—другой» (MEAMSO). Согласно данной модели после собственных моторных действий, связанных, например, со звукоизвлечением во время совместного музицирования, происходит анализ соматосенсорной и слуховой информации для последующего сличения и модификации различий между совершаемым предсказанием, сформированным когнитивными моделями, и получаемой информацией [Heggli et al., 2021]. Бóльшая синхронизация может наблюдаться и при незнании партии соисполнителя [Gugnowska et al., 2022], что может быть вызвано необходимостью внимательнее относиться к действиям партнера. Однако межмозговая синхронизация наблюдается даже в условиях, когда один из музыкантов пассивно наблюдает за исполнением части соисполнителя [Müller et al., 2013]. На сонастройку может влиять и знакомство с произведением в целом: одно из исследований указывает на то, что исполнение ранее незнакомого произведения с листа может приводить к меньшей скоординированности движений, которая улучшается вместе с репетированием [Bishop et al., 2019]; другое исследование, напротив, указывает на бóльшую синхронизацию при чтении с листа, что объясняется общей тенденцией к согласованию коммуникативных движений на первых этапах ознакомления с произведением или особенностью конкретного произведения [Bishop et al., 2023]. При этом различия между мелодиями в партиях музыкантов не оказывают влияния на их сонастройку во время исполнения последующих фраз с параллельным движением голосов в унисон [Washburn et al., 2019].

Было показано, что физиологическая синхронизация слушателей концерта классической музыки может быть значимо связана с наклонением (мажор или минор) и сменой темпа в музыкальном произведении [Czepiel et al., 2021]. Межличностная синхронизация исполнителей влияет на восприятие и оценку их сплоченности слушателями с разным музыкальным опытом

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная... [D'Amario et al., 2022]. Люди без музыкального опыта склонны обращать внимание на интенсивность звука как показатель физических усилий и эмоциональной выразительности исполнения, а также на движения правой руки, в которой наблюдается наибольшее количество движений после зоны головы. В то же время опытные слушатели отталкиваются от синхронности звука и движений торса исполнителей, отражающих общую координацию движений тел. При этом воспринимаемый успех выступления самими исполнителями положительно коррелирует с показателями синхронизации движений вне зависимости от того, видят они друг друга или нет, то есть при оценке исполнители ориентируются как на визуальную, так и на слуховую информацию [Chang et al., 2017].

Межличностная синхронизация усиливает проявление различных социальных характеристик: сотрудничество, принадлежность к группе, конформизм, просоциальное поведение и сплоченность [Hu et al., 2022a]. А на успешность сонастройки влияют индивидуальные особенности участников социального взаимодействия, в том числе уровень эмпатии [Tzanaki, 2022]. Эмпатия также выделяется как одно из условий успешного ансамблевого исполнения [Давыдова, 2012]. У людей, не имеющих опыта профессиональных музыкальных выступлений, успешность сенсомоторной синхронизации с музыкальным стимулом [Bamford, Davidson, 2019] и межличностная синхронизация [Novembre et al., 2019] были положительно связаны с высоким уровнем эмпатии. Помимо этого, эмпатия связана с восприятием невербальных сигналов [Давыдова, 2012; Freiermuth, Hamzah, 2023; Vodneva et al., 2024], что может облегчать сонастройку во время социального взаимодействия. В диадах исполнителей с музыкальным опытом участники с более высоким уровнем эмпатии были склонны к лидированию в движениях во время исполнения [D'Amario et al., 2023].

На межличностную синхронизацию могут влиять и личностные черты. Черты экстраверсии [Fujiwara, Yokomitsu, 2021; Arellano-Véliz et al., 2024], доброжелательности [Zhang et al., 2020] и открытости опыту [Tschacher et al., 2018] были положительно связаны с сонастройкой. На данный момент не было проведено схожих исследований межличностной синхронизации на выборке музыкантов, однако подобные работы представляют интерес, поскольку музыканты отличаются значимо более высокими показателями открытости опыту [Gjermunds et al., 2020; Kuckelkorn et al., 2021], а также более низкими показателями добросовестности [Ibid.] и доброжелательности [Kuckelkorn et al., 2021].

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная... Данное исследование носит в первую очередь эксплораторный характер, однако в нем также описываются возможные методы оценки показателей межличностной синхронизации, социального настоящего и индивидуального темпа во время совместного исполнения. Гипотеза исследования заключается в предположении, что поведенческая межличностная синхронизация исполнителей зависит от характеристик музыкального текста, а также профессиональных и личностных характеристик исполнителей. Во-первых, мы полагаем, что, поскольку используемый стимульный материал состоит из двух частей в разных наклонениях (мажор и минор), сонастройка внутри диад может быть выше во второй части по причине достижения сыгранности или отличаться между частями из-за различий в наклонении. Во-вторых, другими значимыми факторами могут выступить индивидуальный темп исполнителей и субъективная оценка навыка чтения с листа, а также наличие абсолютного слуха (способность определять высоту звука или воспроизводить этот звук без ориентира [Herceg, Szabó, 2023]), которые ранее не рассматривались в исследованиях межличностной синхронизации. В-третьих, поскольку на сонастройку могут влиять личностные черты и эмпатия, мы также рассматриваем эти показатели.

Процедура и методика исследования

Выборка

Выборка исследования составила 16 участников ($N = 16$; 23,6–40,7 лет; $M = 30,7$; $SD \pm 5,6$; 3 женщины), среди них 8 участников из Российского национального молодежного симфонического оркестра ($n = 8$; 23,7–29,4 лет; $M = 27,03$; $SD \pm 2,3$; 2 женщины) и 8 участников из Заслуженного коллектива России академического симфонического оркестра ($n = 8$; 23,6–40,7 лет; $M = 34,4$; $SD \pm 5,6$; 1 женщина), которые составили 4 диады струнной группы (скрипка, альт, виолончель) и 4 диады духовой группы (труба, фагот, валторна) инструментов. Пять диад из восьми были представлены участниками мужского пола, оставшиеся три состояли из мужчин и женщин. Согласно самоотчетам, все участники имеют опыт регулярной музыкальной практики более 10 лет, 8 из них имеют абсолютный слух, только 4 диады не имели опыта совместных выступлений в дуэте. В среднем все участники высоко оценили свой навык чтения с листа ($M = 7,13 \pm 2,31$ из 10 баллов).

Процедура

Все участники были ознакомлены с процедурой исследования и подписали информированные согласия. Исследование было одобрено Комитетом по Биоэтике Научно-технологического

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная... университета Сириус (выписка из протокола 08.06.2023). Сбор данных происходил в несколько этапов: сначала участники проходили экспериментальное взаимодействие во время гастролей, затем в течение нескольких недель после них заполняли психологические опросники. В рамках экспериментального взаимодействия участникам сначала предоставлялось время для настройки инструментов, затем давалась инструкция исполнить произведение с листа без остановки до генеральной паузы между частями пьесы, во время которой они могли перевернуть страницу нотного текста и приступить к исполнению второй части. Во время эксперимента исполнители располагались сидя или стоя, в зависимости от специфики своего инструмента, вполборота друг к другу. Экспериментальное взаимодействие проходило в отсутствие посторонних лиц в помещении с низким уровнем шума. Перед каждым участником располагался инструментальный микрофон, напротив диады на расстоянии 1,5 м была установлена видеокамера.

Стимульный материал

Композитором Г.А. Федоровым была написана музыкальная пьеса в классическом стиле для исполнения в дуэте, имеющая двухчастную куплетную форму (первая часть – мажорное наклонение, вторая часть – минорное наклонение, между ними генеральная пауза) с возможностью транспонирования для различных инструментов симфонического оркестра. Обе части уравниены по тактам и темпу, внутри частей встречается как параллельное движение голосов (с мелодией в обоих голосах), так и неравномерное (поочередное движение голосов). Пьеса доступна для исполнения с листа профессиональным музыкантам. Она имеет две партии (верхний и нижний голос), размер 4/4 и общую продолжительность 120 тактов (каждая часть – 60 тактов). Диапазон произведения подходит для всех инструментов, задействованных в исследовании. Таким образом, музыкальное произведение представляет собой естественный стимульный материал соответствующего жанра с допущением для исполнения на различных группах инструментов. Для оценки межличностной, а не сенсомоторной синхронизации, стимул предъявлялся без указания темпа исполнения, а также исключалась возможность предварительного знакомства с ним, что должно было поспособствовать сонастройке исполнителей друг на друга, а не на исполняемое произведение.

Аппаратура

Для видеозаписи экспериментального взаимодействия использовалась видеокамера GoPro HERO10 CHDX-101-RW с моноподом GoPro MAX Grip Tripod. Для аудиозаписи применялись звуковая аудиокарта Focusrite Scarlett 2i4 2nd Gen USB, два инструментальных микрофона Audix Fusion 4 и цифровая звуковая рабочая станция FL Studio 21.

Расчет индивидуального темпа во время совместного исполнения

Для расчета индивидуального темпа во время совместного исполнения музыкальной пьесы аудиозаписи микрофонов каждого участника были проанализированы в цифровой звуковой рабочей станции FL Studio 21 для определения начала и конца исполнения каждой части пьесы. После этого длительность исполнения была переведена в удары в минуту (BPM) относительно количества долей в каждой части пьесы. Параметр индивидуального темпа принято измерять во время сольного исполнения выученных коротких мелодий, которые впоследствии исполняются в дуэте или под запись исполнения второго участника [Zamm et al., 2021]. Чтобы сохранить условие отсутствия знакомства с музыкальным стимулом, в данном исследовании индивидуальный темп рассчитывался во время совместного исполнения частей пьесы для последующего сравнения темпа исполнения между частями произведения.

Motion Energy Analysis (MEA)

Обработка видеозаписей проводилась с помощью программного обеспечения Motion Energy Analysis (MEA [Ramseyer, 2020]), позволяющего автоматически оценивать интенсивность движений участников для последующего анализа их синхронизации через сравнение последовательности кадров, где разница между ними вычисляется путем суммирования количества изменений в пикселях, отражающих двигательную активность. Оценка производится в заранее обозначенных регионах (ROI), которые могут включать различные участки или тело целиком. В данном исследовании межличностная синхронизация рассматривалась в каждой части пьесы отдельно. Чтобы исключить вероятность учета движений, вызванных отражением света от лаковых поверхностей инструментов, а также движений, связанных со звукоизвлечением, в качестве ROI была выбрана зона головы участников (см. рис. 1, А). В результате обработки видеозаписи для каждого участника был сформирован временной ряд, состоящий из показателей интенсивности движения в пределах ROI (см. рис. 1, В).

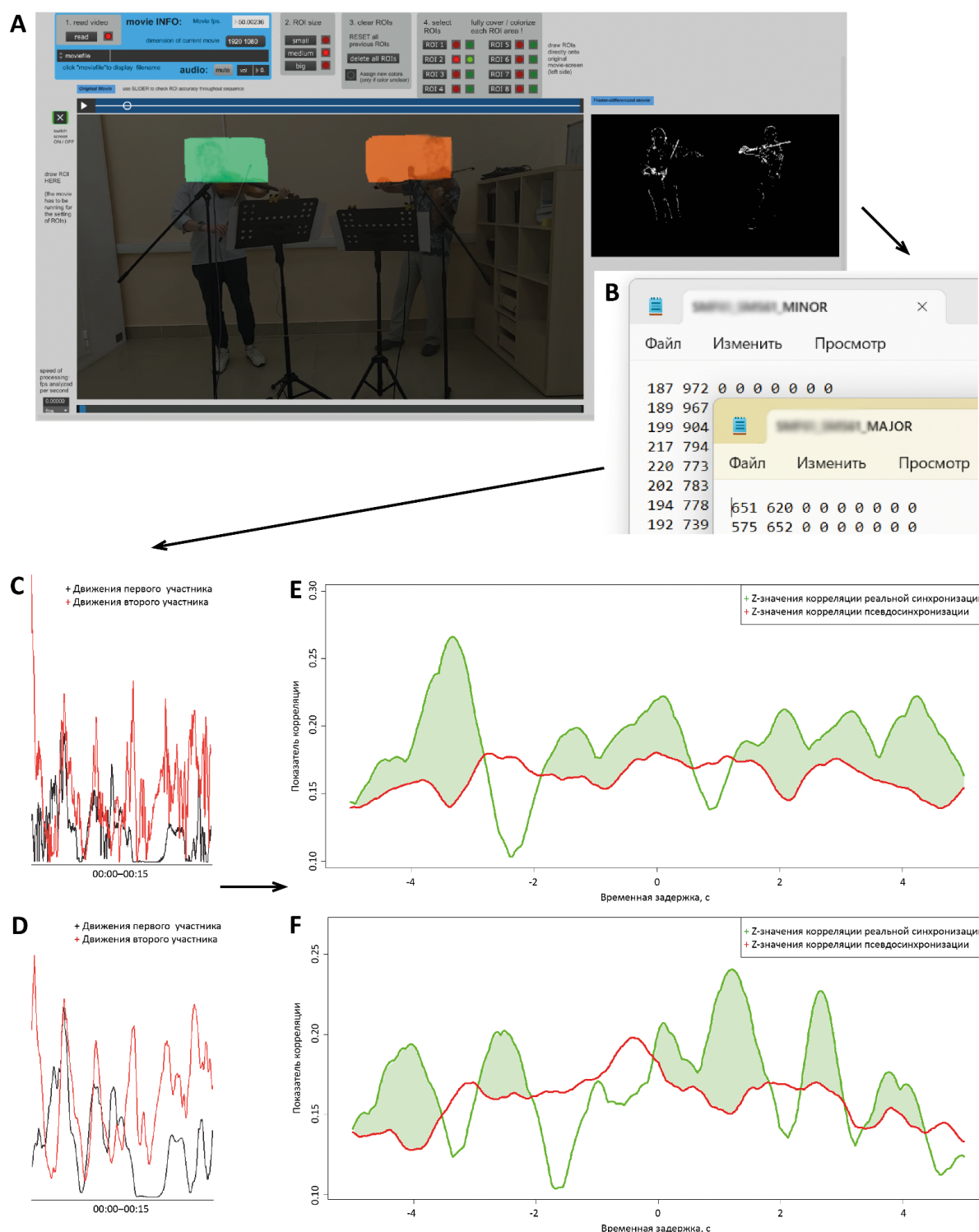


Рис. 1. Порядок работы над данными межличностной синхронизации на примере одной диады.

Примечания. А: Оценка двигательной активности участников на видео в программном обеспечении Motion Energy Analysis; зеленым выделен регион движений головы первого участника, оранжевым – регион движений головы второго участника. В: Полученные с помощью Motion Energy Analysis временные ряды количества движений каждого участника для обеих частей пьесы. С: Визуализация отрезка необработанных временных рядов в пакете gMEA по

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная... каждому участнику диады. D: Визуализация отрезка временных рядов после предварительной обработки данных (удаление выбросов и сглаживание при помощи фильтра скользящего среднего). E, F: Сравнение усредненных показателей кросс-корреляции реальной синхронизации между участниками с псевдосинхронизацией по временным задержкам; значения кросс-корреляции реальной синхронизации, превышающие значения псевдосинхронизации в первой (мажорной) части пьесы (E) и во второй (минорной) части пьесы (F), заполнены зеленым цветом (визуализация социального настоящего).

rMEA

Предварительная обработка и анализ полученных временных рядов производились в пакете rMEA (версия 1.2.2 [Kleinbub, Ramseyer, 2021]), который позволяет импортировать, фильтровать и визуализировать данные, полученные в MEA, а также вычислять кросс-корреляцию между двумя рядами данных с учетом временных задержек. Согласно стандартным настройкам пакета, из всех временных рядов были удалены значения, превышающие 10 стандартных отклонений, после чего данные были подвергнуты сглаживанию при помощи фильтра скользящего среднего с размером окна в 0,5 с (см. рис. 1, C–D). Далее для анализа синхронизации были настроены следующие параметры: стандартная временная задержка (lagSec) – 5 с, окно кросс-корреляции (winSec) – 15 с, что соотносится с продолжительностью музыкальной фразы, а также шаг для перекрытия окон (incSec) – 1 с. Для каждой диады было получено 139–208 окон в первой (мажорной) части и 141–203 окна во второй (минорной) части пьесы продолжительностью по 15 с, учитывая перекрытия между окнами. Выбранными показателями синхронизации стали: показатель кросс-корреляции без временной задержки для каждого окна (lag zero), отражающий одномоментную синхронизацию; и показатель среднего значения синхронизации по всем временным задержкам для каждого окна (all lags), отражающий усредненную отсроченную сонастройку в пределах установленных временных задержек, на которые временной ряд будет сдвигаться вперед и назад.

Surrogate Synchrony (SUSY)

Для оценки значимости синхронизации движений участников был использован алгоритм Surrogate Synchrony (SUSY, версия 0.1.1 [Tschacher, Meier, 2020]), предоставляющий возможность рассчитывать кросс-корреляцию между двумя временными рядами и рассчитывать псевдосинхронизацию путем рандомизации последовательности временных окон внутри реальных диад (см. рис. 1, E–F). rMEA также позволяет рассчитывать псевдосинхронизацию, но реализованный в нем алгоритм расчета предполагает перемешивание временных рядов между диадами, а не внутри них, как в SUSY, что больше подходит для небольших выборок.

При расчете кросс-корреляции в SUSY учитывается как одновременная корреляция (задержка 0 с), так и корреляция со временной задержкой. К значениям кросс-корреляции применяется Z-преобразование Фишера, после чего рассчитывается среднее абсолютное Z-значение для каждого окна временного ряда с учетом задержек. Полученные значения усредняются по всем окнам для получения итогового абсолютного значения (Z_{abs}), отражающего только фазовую синхронизацию, приравнивая отрицательные корреляции к положительным [Nyman-Salonen et al., 2021]. Также был вычислен показатель кросс-корреляции по неабсолютным значениям (Z_{noabs}), отражающий как положительные, так и отрицательные значения, которые указывают на наличие противофазной синхронизации.

Искусственные временные ряды (псевдосинхронизация) подвергаются аналогичному анализу для каждого созданного варианта. Полученное распределение итоговых Z-значений псевдосинхронизации предоставляет информацию о величине эффекта.

$$ESabs = \frac{(Zabs - Zabs\ pseudo)}{SD(Zabs\ pseudo)} \text{ и } ESnoabs = \frac{(Znoabs - Znoabs\ pseudo)}{SD(Znoabs\ pseudo)}$$

Таким образом, под псевдосинхронизацией понимается результат анализа сгенерированных на основе имеющихся данных временных рядов, не отражающих естественную последовательность исследуемых процессов в диаде (SUSY) или же саму ситуацию взаимодействия, сравнивая временной ряд участника из одной диады с временным рядом участника из другой диады (rMEA).

В настоящей работе временные ряды были разделены на окна продолжительностью по 15 с в соответствии со средней продолжительностью музыкальной фразы. Кросс-корреляции для каждого окна рассчитывались с временной задержкой ± 5 с согласно принятому в литературе значению [Tschacher, Meier, 2020]. Данный показатель отражает максимальное значение, на которое временной ряд будет смещаться вперед и назад, иными словами, для каждого окна учитываются все кросс-корреляции в интервале 10 с. В каждой части пьесы было получено от 10 до 15 окон для каждой диады. Количество окон отличается от полученных в rMEA, поскольку в SUSY не учитываются перекрытия между ними. Число расчетов псевдосинхронизации составило от 90 до 182 возможных комбинаций на диаду.

Расчет социального настоящего

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная... Участники социального взаимодействия переживают восприятие настоящего момента, которое изменяется в процессе этого взаимодействия, создавая общее социальное настоящее [Tschacher et al., 2018]. Восприятие действий другого вызывает у наблюдателя симуляцию этого поведения и запускает процесс прогнозирования дальнейшего поведения себя и другого [Heggli et al., 2021], провоцирующего сонастройку. Согласно предыдущим исследованиям [Tschacher et al., 2018], продолжительность значимой двигательной синхронизации можно рассматривать как индекс социального настоящего (social present). Он представляет собой суммарную продолжительность временных отрезков, в течение которых синхронизация реальных диад превышает уровень псевдосинхронизации в секундах [Ibid.]. Для оценки индекса социального настоящего были проанализированы усредненные значения кросс-корреляции реальных диад, превышающие псевдосинхронизацию по обеим частям пьесы (см. рис. 1, E–F). В связи с принятыми параметрами анализа синхронизации, возможный верхний предел продолжительности социального настоящего составляет 10 с, а нижний – 0 с, в случае если реальная синхронизация никогда не превышает показатели псевдосинхронизации.

Опросник когнитивной и аффективной эмпатии

Для оценки уровня эмпатии был использован Опросник когнитивной и аффективной эмпатии (Questionnaire of Cognitive and Affective Empathy [Reniers et al., 2011]), состоящий из двух шкал: когнитивная эмпатия и аффективная эмпатия. Шкала когнитивной эмпатии делится на две субшкалы: способность и склонность к децентрации. Шкала аффективной эмпатии состоит из трех субшкал: отзеркаливание эмоций, чувствительность к близким и общая чувствительность. Методика содержит 31 утверждение, каждое из которых необходимо оценить по 4-балльной шкале от 1 (Полностью не согласен) до 4 (Полностью согласен). Коэффициенты внутренней согласованности (альфа Кронбаха) русскоязычной версии для шкал когнитивной и аффективной эмпатии составили 0,86 и 0,78 соответственно [Окатова, 2021].

Пятифакторный опросник личности

Оценка личностных черт была проведена с помощью Пятифакторного опросника личности (Big Five Inventory-2, [Soto, John, 2017]). Опросник включает пять основных шкал (экстраверсия, доброжелательность, добросовестность, негативная эмоциональность, открытость опыту) по три аспекта внутри каждой шкалы. Методика состоит из 60 вопросов, которые участник оценивает по 5-балльной шкале Лайкерта от 1 (Совершенно не согласен) до 5 (Совершенно согласен). Проверка психометрических характеристик русскоязычной версии методики показала, что усредненная альфа Кронбаха для пяти черт составила 0,84 для «сырых» баллов и 0,85

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная... для центрированных, а усредненная альфа Кронбаха для 15 аспектов составила 0,75 для «сырых» и 0,77 для центрированных [Калугин и др., 2021].

Статистическая обработка данных

Для выявления взаимосвязи синхронизации с личностными характеристиками, эмпатией, наличием абсолютного слуха, группой инструмента, способностью чтения с листа, наличием совместного опыта выступлений в дуэте и индивидуальным темпом во время совместного исполнения были построены регрессионные модели со смешанными эффектами. В качестве зависимой переменной модели выступал показатель синхронизации (all lags или lag zero), а в качестве случайного эффекта – фактор диады. Остальные показатели включались в модели в качестве предикторов.

Поскольку исследование носит эксплораторный характер и не имеет гипотез о значении взаимодействия предикторов для синхронизации, последующий анализ выполнялся путем моделирования связей всех интересующих параметров с сонастройкой в рамках отдельных моделей. Показатели, которые оценивались для двух участников диады, входили в одну модель в качестве отдельных предикторов. Были построены модели для синхронизации по показателю all lags и по показателю lag zero. Перед построением моделей из данных были исключены выбросы, определяемые как значения, превышающие три стандартных отклонения от среднего внутри каждой диады. Кроме того, зависимые переменные были логарифмированы для достижения большей линейности взаимосвязей. Реализация ранговых переменных выполнялась с использованием контрастов Хелмерта. Данный анализ был выполнен в R (версия 4.3.3) с использованием пакета lmer [Bates et al., 2015].

Результаты

Индивидуальный темп во время совместного исполнения

Длительность исполнения всей пьесы в среднем составила 6,3 мин. (3,3 мин. для первой части и 3 мин. для второй части). Темп исполнения всей пьесы составил от 51,30 до 125,50 (средний темп $79,42 \pm 15,68$ BPM); первой (мажорной) части – от 63,40 до 91,20 (средний темп $74,48 \pm 8,86$ BPM); второй (минорной) части – от 51,30 до 125,50 (средний темп $84,36 \pm 19,44$ BPM). В группе струнных инструментов индивидуальный темп во время совместного исполнения для первой части составил от 64,10 до 91,20 (средний темп $76,76 \pm 10,66$ BPM), для второй – от 67,70 до 125,50 (средний темп $91,93 \pm 22,52$ BPM), а в группе духовых инструментов – от 63,40 до 80,20 (средний темп $72,20 \pm 6,53$ BPM) и от 51,30 до 91,00 (средний темп $76,80 \pm 13,10$ BPM)

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная... соответственно. Разница между индивидуальным темпом во время совместного исполнения внутри диад была незначительной по обеим частям пьесы для всех дуэтов ($M < 0,4$), кроме двух диад из духовой группы, в одной из которых разница в индивидуальном темпе была нивелирована ко второй части пьесы ($M = 3,1$ для первой части, $M = 0$ для второй части), а в другой, напротив, возросла ($M = 2,4$ для первой части, $M = 14,7$ для второй части).

Размер эффекта реальной синхронизации

Средняя реальная синхронизация по выборке при кросс-корреляции по абсолютным значениям в первой (мажорной) части пьесы составила $Z_{abs} = 0,161$ ($SD = 0,019$; d Коэна = $0,47$), а по не абсолютным значениям – $Z_{noabs} = 0,003$ ($SD = 0,022$; d Коэна = $0,44$). Во второй (минорной) части пьесы средняя синхронизация при учете абсолютных значений составила $Z_{abs} = 0,166$ ($SD = 0,009$; d Коэна = $0,38$), а при учете не абсолютных значений – $Z_{noabs} = 0,002$ ($SD = 0,020$; d Коэна = $1,15$). В целом величина эффекта общей синхронизации (Z_{abs}) в обеих частях оказалась близка к среднему размеру эффекта (d Коэна = $0,5$). В то время как d Коэна отражает общий размер эффекта на уровне выборки, алгоритм SUSY рассчитывает размер эффекта (ES_{abs} и ES_{noabs}) реальной синхронизации по отношению к псевдосинхронизации на уровне отдельной диады. Результаты расчетов по каждой диаде представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты сравнения реальной синхронизации с псевдосинхронизацией

Номер реальной диады	Первая (мажорная) часть пьесы				Вторая (минорная) часть пьесы			
	Z_{abs}	ES_{abs}	Z_{noabs}	ES_{noabs}	Z_{abs}	ES_{abs}	Z_{noabs}	ES_{noabs}
1	0,139	–0,621	–0,011	–0,656	0,149	–0,122	0,014	1,369
2	0,190	1,490*	0,035	2,531	0,178	0,979*	0,022	1,168
3	0,160	0,206*	–0,020	–1,116	0,162	0,164*	–0,028	–1,599
4	0,188	2,244*	–0,020	–1,242	0,168	0,598*	–0,006	–0,277
5	0,144	–1,272	–0,017	–2,092	0,159	–0,792	–0,002	0,138
6	0,157	–0,025	0,019	0,760	0,171	0,386*	0,027	1,150

7	0,151	0,264*	0,023	2,001	0,174	0,700*	−0,021	−0,469
8	0,159	−0,156	0,015	0,712	0,163	0,245*	0,010	0,892

Примечания. Z_{abs} – Z-значение абсолютной синхронизации; ES_{abs} – величина эффекта реальной абсолютной синхронизации; Z_{noabs} – Z-значение неабсолютной синхронизации; ES_{noabs} – величина эффекта реальной неабсолютной синхронизации; * – реальная синхронизация значительно выше среднего значения псевдосинхронизации.

Для поиска общих закономерностей на уровне выборки был проведен одновыборочный двусторонний t-тест для ES_{noabs} против нулевой гипотезы о равенстве значений нулю. Поскольку ожидалось, что реальная синхронизация будет выше случайной, для ES_{abs} был проведен одновыборочный t-тест (см. табл. 2).

Таблица 2

Сравнение показателей размера эффекта реальной синхронизации с нулевым значением

Условия	ES_{abs} M	ES_{abs} SD	Одновы- борочный t-тест	ES_{noabs} M	ES_{noabs} SD	Одновы- борочный t-тест
Первая (мажор- ная) часть пьесы	0,266	1,12	t = 0,67 p = 0,3	0,112	1,65	t = 0,19 p = 0,9
Вторая (минор- ная) часть пьесы	0,270	0,55*	t = 1,39 p = 0,1	0,296	1,04	t = 0,81 p = 0,4

Примечания. ES_{abs} – величина эффекта реальной абсолютной синхронизации; M – среднее арифметическое; SD – стандартное отклонение; ES_{noabs} – величина эффекта реальной неабсолютной синхронизации; * – значимость на уровне статистической тенденции.

Усредненный размер эффекта реальной синхронизации по отношению к псевдосинхронизации был положительным, но не достиг статистической значимости. Для минорной части пьесы обнаруженные различия находятся на уровне статистической тенденции.

Продолжительность социального настоящего

Наибольшая суммарная длительность отрезков реальной синхронизации, превышающая псевдосинхронизацию, среди диад составила 9 с в группе струнных инструментов в первой (мажорной) части, наименьшая – 2 с в группе духовых инструментов в обеих частях. Количество отрезков социального настоящего различалось между диадами и внутри исполнения частей пьесы (от 2 до 6 отрезков) и в среднем составило 4 отрезка. В первой части пьесы пик социального настоящего у большинства диад был обнаружен в районе нулевого временного лага, то есть вблизи значения одновременного движения исполнителей. Среди всех диад из струнной группы наблюдалась тенденция к сокращению социального настоящего от среднего значения в 5,25 с в первой части до 4,50 с во второй части. Для диад из группы духовых инструментов наблюдалась обратная тенденция: от 4,50 с до 5,25 с соответственно. Однако большинство диад (5 диад) отличаются стабильной продолжительностью социального настоящего в обеих частях пьесы. Средняя продолжительность социального настоящего по условиям, а также проверка на нормальность распределения по критерию Шапиро-Уилка представлены в табл. 3.

Таблица 3

Средняя продолжительность социального настоящего в секундах

Количество диад по условиям	M	SD	CI	Диапазон	Тест Шапиро-Уилка
Вся пьеса (n = 16)	4,88	1,75	[3,94, 5,81]	2–9	W = 0,93 p = 0,3
Первая (мажорная) часть пьесы (n = 8)	4,88	2,03	[3,18, 6,57]	2–9	W = 0,90 p = 0,3
Вторая (минорная) часть пьесы (n = 8)	4,88	1,55	[3,58, 6,17]	2–7	W = 0,95 p = 0,7

Примечания. M – среднее арифметическое; SD – стандартное отклонение; CI – доверительный интервал.

Результаты по Опроснику когнитивной и аффективной эмпатии

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная... По основным шкалам Опросника когнитивной и аффективной эмпатии также были подсчитаны средние баллы и стандартное отклонение. По шкале когнитивной эмпатии значения составили $52,44 \pm 7,19$, по шкале аффективной эмпатии – $34,13 \pm 3,44$. Разница в баллах внутри диады составила от 1 до 12 ($7,88 \pm 3,87$) по шкале когнитивной эмпатии и от 0 до 11 ($4,5 \pm 1,93$) по шкале аффективной эмпатии.

Результаты по Пятифакторному опроснику личности

По основным шкалам Пятифакторного опросника личности были подсчитаны средние баллы и стандартное отклонение. Участники имели высокие баллы по всем шкалам опросника: открытость опыту – $48,88 \pm 6,40$; добросовестность – $46,00 \pm 10,17$; доброжелательность – $44,44 \pm 7,02$; экстраверсия – $40,81 \pm 6,24$; нейротизм – $32,69 \pm 9,48$. Однако различия по шкалам внутри диад были значительными: минимальный разброс значений наблюдался по шкале доброжелательности и составил от 1 до 11 баллов ($6,63 \pm 3,81$), максимальный разброс наблюдался по шкале добросовестности и составил от 1 до 32 баллов ($9 \pm 10,68$).

Вклад различных факторов в межличностную синхронизацию

В регрессионной модели с зависимой переменной синхронизации по показателю all lags, случайным эффектом «Диада» и фиксированным эффектом «Часть пьесы» обнаружено значимое влияние части пьесы на синхронизацию движений участников ($\beta[\text{min}] = 0,06$; $p < 0,05$; предельный $R^2 = 0,01$; условный $R^2 = 0,11$). Результат указывает на более высокие значения усредненной по всем временным задержкам синхронизации во второй (минорной) части пьесы, при учете того, что значения были предварительно логарифмированы. В регрессионной модели с зависимой переменной синхронизации по показателю lag zero, случайным эффектом «Диада» и фиксированным эффектом «Часть пьесы» не выявлено значимого влияния части пьесы на синхронизацию ($p = 0,11$; предельный $R^2 = 0,01$; условный $R^2 = 0,03$). Следует отметить, что в обеих моделях нарушено допущение о нормальности распределения остатков, в связи с чем следует с осторожностью относиться к интерпретации полученных результатов. Кроме того, значения R^2 указывают на недостаточную статистическую мощность анализа, связанную с малым размером выборки.

Регрессионные модели со смешанными эффектами, куда, помимо фактора «Часть пьесы», был включен индивидуальный темп во время совместного исполнения, показали отсутствие значимых взаимосвязей по показателям all lags и lag zero (все $p > 0,05$). На предварительном этапе было установлено значимое влияние части пьесы на усредненную по временным задержкам синхронизацию, поэтому в дальнейшем анализе переменная «Часть пьесы» включалась во все

Психологические исследования 2024 Т 17 №. 95 <https://psystudy.ru> 16

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная... модели для контроля данного фактора. Результаты показали отсутствие значимого влияния факторов «Инструмент», «Абсолютный слух», «Субъективная оценка навыка чтения с листа», «Совместный опыт выступления в дуэте» на оба показателя синхронизации (все $p > 0,05$). Влияние эмпатии и личностных характеристик также не было установлено (все $p > 0,05$).

Обсуждение результатов

В данной работе был проведен эксплораторный анализ межличностной синхронизации во время исполнения музыкальной пьесы дуэтом. В качестве возможных факторов, несущих вклад в сонастройку, были рассмотрены: индивидуальный темп во время совместного исполнения, эмпатия, личностные черты, часть пьесы, принадлежность к группе инструментов, наличие абсолютного слуха, навык чтения с листа и совместный опыт выступления в дуэте. Значимые результаты были получены только для фактора «Часть пьесы».

Малочисленность выборки данного исследования является неоспоримым недостатком для проведения сложного статистического анализа. Однако исследования межличностной синхронизации среди музыкантов в целом отличаются скудностью выборки (4-40 участников с более чем 5-летним опытом музыкальной практики [Müller et al., 2013; Chang et al., 2017; Washburn et al., 2019; Zamm et al., 2021]), в чем выражается специфика работы с профессиональными музыкантами. Преодолеть сложности со сбором данных возможно с привлечением студентов музыкальных специальностей и через налаживание сотрудничества научных и культурных организаций.

Несмотря на измерение индивидуального темпа во время дуэтного, а не сольного исполнения, анализ данных участников позволил обнаружить общую тенденцию к ускорению исполнения второй части пьесы среди обеих групп инструментов, что может объясняться адаптацией к экспериментальным условиям и достижением сыгранности. Группа духовых инструментов отличается меньшим темпом исполнения, и внутри нее можно обнаружить тенденцию к снижению темпа исполнения во второй части пьесы, что может быть связано с особенностью звукоизвлечения и накопленной усталостью из-за мышечного напряжения. Среди большинства рассмотренных диад наблюдалась незначительная разница между показателями индивидуального темпа, а ранее было показано, что сходные индивидуальные темпы связаны с успешной межмозговой синхронизацией [Zamm et al., 2021].

Реальная синхронизация на уровне диады преимущественно обнаружена во второй – минорной – части пьесы. При этом значения реальной сонастройки на уровне выборки не достигли

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная... статистической значимости, несмотря на то что для второй части пьесы показатели находятся на уровне статистической тенденции. Подобные результаты могли быть получены из-за короткой продолжительности экспериментального взаимодействия, которая напрямую влияет на количество измерений внутри диады. Помимо этого, влияние могло оказать отсутствие знакомства с партиями партнеров и репетиций, что согласуется с результатами некоторых предыдущих исследований [Klein et al., 2022]. Другим важным показателем является опыт оркестровой работы, который мог положительно сказаться на достижении сонастройки диад. Перспективным представляется учет профессионального опыта оркестровых выступлений, а также оценка межличностной синхронизации в процессе работы исполнителей над новым произведением.

Предыдущие исследования указывают на среднюю длительность социального настоящего в 5,7–6 с для разговора между однополыми диадами незнакомцев [Tschacher et al., 2018] и 1–10 с для условия сотрудничества в терапевтической диаде [Schwartz et al., 2022]. В данном исследовании продолжительность социального настоящего в среднем составила 4,88 с. Различия можно объяснить длительностью, динамикой и характером экспериментального взаимодействия, отличающихся от условий в процитированных выше статьях. Полученные результаты позволяют выделить несколько тенденций среди диад в целом и между группами инструментов. Группа струнных инструментов отличается трендом к уменьшению продолжительности социального настоящего, в то время как в группе духовых инструментов наблюдается обратная закономерность, что может служить признаком различных стратегий адаптации к соисполнителю и экспериментальным условиям. Однако более общая тенденция заключается в наличии или отсутствии динамики продолжительности социального настоящего, что может быть следствием различий в наличии опыта дуэтного исполнения. Дальнейшие исследования социального настоящего и его динамики в условиях с различной продолжительностью позволят оценить закономерность выделения таких тенденций.

По Опроснику когнитивной и аффективной эмпатии участники в среднем имели более высокие результаты в сравнении с результатами, полученными при апробации данного опросника на русскоязычной выборке [Окатова, 2021], несмотря на преобладание участников мужского пола, которые чаще имеют более низкие баллы по эмпатии [Reniers et al., 2011]. Несмотря на высокие баллы, эмпатия не внесла вклада в межличностную синхронизацию, причиной чему может служить то, что в конкретных условиях большее значение имеет ситуативная эмпатия, а не эмпатия как личностная черта. Необходимо дальнейшее изучение эмпатических способностей музыкантов и их вклада в сонастройку.

Результаты анализа личностных черт участников продемонстрировали высокие баллы по всем шкалам, что согласуется с выделяемым в литературе специфическим личностным профилем музыкантов [Gjermunds et al., 2020; Kuckelkorn et al., 2021]. Предыдущие исследования указывают на вклад личностных характеристик в сонастройку [Tschacher et al., 2018; Zhang et al., 2020; Fujiwara, Yokomitsu, 2021; Arellano-Véliz et al., 2024], однако значимых результатов для этого фактора обнаружено не было. Соотношение личностных черт между членами диад было несбалансированным, что могло повлиять на достижение межличностной синхронизации. В будущих исследованиях возможно формирование диад с высокими или низкими оценками по шкалам исходя из результатов предварительного тестирования для получения групп с наиболее выраженными различиями и для контроля данного фактора.

Несмотря на обнаруженные различия между исполнением первой (мажорной) и второй (минорной) частей произведения, к данным результатам необходимо относиться с осторожностью в связи с недостаточным размером эффекта. Несмотря на наличие результатов о различиях синхронизации во время прослушивания мажорных и минорных частей произведения [Czepiel et al., 2021], более вероятной причиной разницы в данном исследовании может являться закреплённый порядок частей. Для проверки гипотезы о влиянии наклонения или порядка части необходима рандомизация частей произведения.

Значимого вклада принадлежности к группе музыкальных инструментов обнаружено не было, что может быть связано с гетерогенностью инструментов внутри экспериментальных групп. В предыдущих исследованиях выборка чаще всего была представлена одним типом инструментов [Müller et al., 2013; Washburn et al., 2019; Zamm et al., 2021; D'Amario et al., 2022]. В будущем для поиска различий между группами необходимо создание равнозначных по объёму выборок с гомогенным типом инструментов.

Отсутствие значимого вклада абсолютного слуха в межличностную синхронизацию может быть связано с использованием самоотчетной методики для его оценки, а также с тем, что абсолютный слух может вносить больший вклад в сенсомоторную синхронизацию, происходящую на меньших временных промежутках (менее 1 с), чем возможны для анализа с помощью rMEA и SUSY. В будущем возможно применение экспериментальной или обеих методик для оценки абсолютного слуха, а также рассмотрение синхронизации звукоизвлечения.

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная... В условиях исполнения незнакомого произведения навык чтения с листа выступает фактором, влияющим на успешность выступления. Однако, согласно результатам данного исследования, он может не вносить значимого вклада в синхронизацию исполнителей.

Несмотря на то, что в исследовании не оценивался опыт работы в оркестре, была рассмотрена характеристика наличия совместного опыта выступлений в дуэте, которая не показала своей значимости для межличностной синхронизации. Данный параметр может нивелироваться общим профессиональным опытом музыканта, но для проверки этой гипотезы необходимы дальнейшие исследования.

Выводы

Проведенный эксплораторный анализ позволил оценить ряд параметров, связанных с выступлением дуэтом, а также выявить значимую взаимосвязь между исполнением части пьесы и межличностной синхронизацией. В данной работе подробно рассматриваются методические возможности изучения взаимодействия между музыкантами. Традиционно исследования такого взаимодействия ограничивались описательными музыковедческими работами. Рассмотрение музыкального взаимодействия через призму межличностной синхронизации открывает доступ к разнообразным методам оценки, ранее недостаточно представленным в музыкальных исследованиях. Кроме этого, совместное музицирование – перспективное условие для реализации экспериментальных исследований с высокой экологической валидностью, отражающих богатство и сложность социального взаимодействия. В рамках подобных исследований возможен учет множества характеристик (личностных, профессиональных, межличностных и музыкальных), что способно значительно расширить наше понимание процесса музицирования.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Фёдорову Г.А. за написание музыкальной пьесы для данного исследования; Лебедеву Н.Г., Репенаку И.А., Бочкаревой Д.С. и Быстровой К.О. за помощь с организацией сбора данных; Маркевичу М.О. и Осман Н. за помощь в сборе данных; Куликову И.О., Карповой А.А., Козловой Д.А., Курышкиной П.Д. и Ворониной В.В. за работу в проекте в рамках Научно-технологической проектной образовательной программы «Большие вызовы»; Цепелевич М.М. за консультирование по анализу данных.

Финансирование

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная... Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение 075-10-2021-093; Проект COG-RND-2104).

Литература

Давыдова А.А. Феномен эмпатии в контексте формирования ансамблевой культуры. Гуманитарное пространство, 2012, 1(1), 81–85. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21571882>

Калугин А.Ю., Щебетенко С.А., Мишкевич А.М., Сото К.Д., Джон О. Психометрика русскоязычной версии Big Five Inventory-2. Психология. Журнал Высшей школы экономики, 2021, 1(18), 7–33. DOI:10.17323/1813-8918-2021-1-7-33

Окатова М.А. Апробация русскоязычной версии опросника когнитивной и аффективной эмпатии. Психология. Журнал Высшей школы экономики, 2021, 4(18), 685–699. DOI:10.17323/1813-8918-2021-4-685-699

Орешина Г.В., Жукова М.А. История развития и современные исследования альянса в психотерапии и консультировании. Клиническая и специальная психология, 2023, 3(12), 30–56. DOI:10.17759/cpse.2023120302

Орешина Г.В., Жукова М.А. Невербальная синхронизация и альянс в экспозиционной психотерапии детской тревожности: анализ единичного случая. Современная зарубежная психология, 2024, 1(13), 10–20. DOI:10.17759/jmfp.2024130101

Amiriparian S. Han J., Schmitt M., Baird A., Mallol-Ragolta A., Milling M., Gerczuk M., Schuller B. Synchronization in interpersonal speech. Frontiers in Robotics and AI, 2019, 6. DOI:10.3389/frobt.2019.00116

Arellano-Véliz N.A., Jeronimus B.F., Kunnen E.S., Cox R.F.A. The interacting partner as the immediate environment: Personality, interpersonal dynamics, and bodily synchronization. Journal of Personality, 2024, 1(92), 180–201. DOI:10.1111/jopy.12828

Bamford J.M.S., Davidson J.W. Trait Empathy associated with Agreeableness and rhythmic entrainment in a spontaneous movement to music task: Preliminary exploratory investigations. Musicae Scientiae, 2019, 1(23), 5–24. DOI:10.1177/1029864917701536

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная...
Bates D., Mächler M., Bolker B., Walker S. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 2015, 1(67), 1–48. DOI:10.18637/jss.v067.i01

Bishop L., Cancino-Chacón C., Goebel W. Moving to communicate, moving to interact: Patterns of body motion in musical duo performance. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 2019, 1(37), 1–25. DOI:10.1177/20592043231208000

Bishop L., Høffding S., Lartillot O., Laeng B. Mental Effort and Expressive Interaction in Expert and Student String Quartet Performance. *Music and Science*, 2023, 6. DOI:10.48550/arXiv.1911.09018

Chang A., Livingstone S.R., Bosnyak D.J., Trainor L.J. Body sway reflects leadership in joint music performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2017, 114(21), E4134–E4141. DOI:10.1073/pnas.1617657114

Czepiel A., Fink L.K., Fink L.T., Wald-Fuhrmann M., Tröndle M., Merrill J. Synchrony in the periphery: inter-subject correlation of physiological responses during live music concerts. *Scientific reports*, 2021, 1(11). DOI:10.1038/s41598-021-00492-3

D’Amario S., Goebel W., Bishop L. Judgment of togetherness in performances by musical duos. *Frontiers in Psychology*, 2022, 13. DOI:10.3389/fpsyg.2022.997752

D’Amario S., Schmidbauer H., Roesch A., Goebel W., Niemand A.M., Bishop L. Interperformer coordination in piano-singing duo performances: Phrase structure and empathy impact. *Psychological Research*, 2023, 87(8), 2559–2582. DOI:10.1007/s00426-023-01818-8

Freiermuth M.R., Hamzah N.H. «I agree!» empathetic head-nodding and its role in cultural competences development. *Lingua*, 2023, 296. DOI:10.1016/j.lingua.2023.103629

Fujiwara K., Yokomitsu K. Video-based tracking approach for nonverbal synchrony: a comparison of Motion Energy Analysis and OpenPose. *Behavior Research Methods*, 2021, 53, 2700–2711. DOI:10.3758/s13428-021-01612-7

Gjermunds N., Brechan I., Johnsen S., Watten R.G. Personality traits in musicians. *Current Issues in Personality Psychology*, 2020, 2(8), 100–107. DOI:10.5114/cipp.2020.97314

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная...
Gugnowska K., Novembre G., Kohler N., Villringer A., Keller P.E., Sammler D. Endogenous sources of interbrain synchrony in duetting pianists. *Cerebral Cortex*, 2022, 18(32), 4110–4127. DOI:10.1093/cercor/bhab469

Heggli O.A., Konvalinka I., Kringelbach M.L., Vuust P. A metastable attractor model of self–other integration (MEAMSO) in rhythmic synchronization. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 2021, 376. DOI:10.1098/rstb.2020.0332

Herceg A., Szabó P. Absolute pitch: A literature review of underlying factors, with special regard to music pedagogy. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 2023, 33(1–4), 40–47. DOI:10.1037/pmu0000298

Hu Y., Cheng X., Pan Y., Hu Y. The intrapersonal and interpersonal consequences of interpersonal synchrony. *Acta Psychologica*, 2022a, 224. DOI:10.1016/j.actpsy.2022.103513

Hu Y., Zhu M., Liu Y., Wang Z., Cheng X., Pan Y., Hu Y. Musical meter induces interbrain synchronization during interpersonal coordination. *eNeuro*, 2022b, 9(5). DOI:10.1523/ENEURO.0504-21.2022

Kavaliauskaitė D., Gulrez T., Mansell W. What is the relationship between spontaneous interpersonal synchronization and feeling of connectedness? A study of small groups of students using MIDI percussion instruments. *Psychology of Music*, 2023, 52(4), 419–437. DOI:10.1177/03057356231207049

Klein L., Wood E.A., Bosnyak D., Trainor L.J. Follow the sound of my violin: Granger causality reflects information flow in sound. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2022, 16. DOI:10.3389/fnhum.2022.982177

Kleinbub J.R., Ramseyer F.T. rMEA: An R package to assess nonverbal synchronization in motion energy analysis time-series. *Psychotherapy research*, 2021, 6(31), 817–830. DOI:10.1080/10503307.2020.1844334

Kuckelkorn K.L., Manzano Ö. de, Ullen F. Musical expertise and personality–differences related to occupational choice and instrument categories. *Personality and Individual Differences*, 2021, 173. DOI:10.1016/j.paid.2020.110573

Merriam A.P., Merriam V. *The Anthropology of Music*. Evanston: Northwestern University Press, 1964.

Müller V., Sängler J., Lindenberger U. Intra- and Inter-Brain Synchronization during Musical Improvisation on the Guitar. *PloS one*, 2013, 8(9). DOI:10.1371/journal.pone.0073852

Novembre G., Mitsopoulos Z., Keller P.E. Empathic perspective taking promotes interpersonal coordination through music. *Scientific reports*, 2019, 1(9). DOI:10.1038/s41598-019-48556-9

Nyman-Salonen P., Kykry V.-L., Tschacher W., Muotka J., Tourunen A., Penttonen M., Seikkula J. Nonverbal synchrony in couple therapy linked to clients' well-being and the therapeutic alliance. *Frontiers in psychology*, 2021, 12. DOI:10.3389/fpsyg.2021.718353

Ramseyer F.T. Motion energy analysis (MEA): A primer on the assessment of motion from video. *Journal of counseling psychology*, 2020, 4(67), 536–549. DOI:10.1037/cou0000407

Reniers R.L., Corcoran R., Drake R., Shryane N.M., Völlm B.A. The QCAE: A questionnaire of cognitive and affective empathy. *Journal of personality assessment*, 2011, 1(93), 84–95. DOI:10.1080/00223891.2010.528484

Savage P.E., Loui P., Tarr B., Schachner A., Glowacki L., Mithen S., Fitch W.T. Music as a coevolved system for social bonding. *Behavioral and Brain Sciences*, 2021, 44. DOI:10.1017/S0140525X20000333

Schwartz B., Rubel J.A., Deisenhofer A.-K., Lutz W. Movement-based patient-therapist attunement in psychological therapy and its association with early change. *Digital Health*, 2022, 8. DOI:10.1177/20552076221129098

Soto C.J., John O.P. The next Big Five Inventory (BFI-2): Developing and assessing a hierarchical model with 15 facets to enhance bandwidth, fidelity, and predictive power. *Journal of personality and social psychology*, 2017, 1(113), 117–143. DOI:10.1037/pspp0000096

Tschacher W., Meier D. Physiological synchrony in psychotherapy sessions. *Psychotherapy Research*, 2020, 5(30), 558–573. DOI:10.1080/10503307.2019.1612114

Tschacher W., Ramseyer F., Koole S.L. Sharing the now in the social present: Duration of nonverbal synchrony is linked with personality. *Journal of personality*, 2018, 2(86), 129–138. DOI:10.1111/jopy.12298

Tzanaki P. The positive feedback loop of empathy and interpersonal synchronisation: discussing a theoretical model and its implications for musical and social development. *Music and Science*, 2022, 5. DOI:10.1177/20592043221142715

Vodneva A.R., Oreshina G.V., Kustova T.A., Tkachenko I.O., Tcepelevich M.M., Grigorenko E.L. Interpersonal Synchrony in Mentor-Mentee Dyads: An Analysis of Nonverbal Synchrony and Trait-Empathy. *Journal of Modern Foreign Psychology*, 2024, 13(1), 47–57. DOI:10.17759/jmfp.2024130104

Washburn A., Román I., Huberth M., Gang N., Dauer T., Reid W., Nanou C., Wright M., Fujioka T. Musical role asymmetries in piano duet performance influence alpha-band neural oscillation and Behavioral synchronization. *Frontiers in Neuroscience*, 2019, 13. DOI:10.3389/fnins.2019.01088

Zamm A., Palmer C., Bauer A.-K.R., Bleichner M.G., Demos A.P., Debener S. Behavioral and neural dynamics of interpersonal synchrony between performing musicians: a wireless EEG hyperscanning study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2021, 15. DOI:10.3389/fnhum.2021.717810

Zhang M., Jia H., Zheng M. Interbrain synchrony in the expectation of cooperation behavior: a hyperscanning study using functional near-infrared spectroscopy. *Frontiers in psychology*, 2020, 11. DOI:10.3389/fpsyg.2020.542093

Поступила в редакцию: 10 мая 2024 г. Дата публикации: 24 августа 2024 г.

Сведения об авторах

Воднева Алёна Руслановна. Аспирант, младший научный сотрудник Научного центра когнитивных исследований Научно-технологического университета «Сириус», Олимпийский пр., д. 1, 354340 Сириус, Россия.

E-mail: vodneva.alena.ruslanovna@gmail.com

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная...
Мачнев Евгений Геннадьевич. Аспирант, младший научный сотрудник Научного центра когнитивных исследований Научно-технологического университета «Сириус», Олимпийский пр., д. 1, 354340 Сириус, Россия.

E-mail: machnev.eg@talantiuspeh.ru

Занин Евгений Валерьевич. Ассистент-стажер Магнитогорской государственной консерватории им. М.И. Глинки, ул. Грязнова, д. 22, 455036 Магнитогорск, Россия; преподаватель Высшей школы музыки «Сириус», ул. Воскресенская, д. 18, 354340 Сириус, Россия.

E-mail: zaninzhanya@mail.ru

Лаишевцева Елизавета Сергеевна. Ученик муниципального автономного общеобразовательного учреждения «Средняя общеобразовательная школа 40», ул. Пролетарская, д. 51, 456910 Сатка, Россия.

E-mail: lizzalaish@mail.ru

Григоренко Елена Леонидовна. Доктор психологических наук, профессор, Научный руководитель Научного центра когнитивных исследований Научно-технологического университета «Сириус», Олимпийский пр., д. 1, 354340 Сириус, Россия.

E-mail: Elena.Grigorenko@times.uh.edu

Ссылка для цитирования

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная синхронизация в дуэтах профессиональных музыкантов: методы оценки и эксплораторный анализ. Психологические исследования. 2024. Т. 17, № 95. С. 4. URL: <https://psystudy.ru>

Адрес статьи: <https://doi.org/10.54359/ps.v17i95.1596>

Alena R. Vodneva^{1*}, Evgeniy G. Machnev¹, Evgenii V. Zanin², Elizaveta S. Laishev-tseva³, Elena L. Grigorenko¹ Interpersonal synchrony in duets of professional musicians: assessment methods and exploratory analysis

¹ Sirius University of Science and Technology, Sirius, Russian Federation.

² Magnitogorsk State Conservatory named after M. I. Glinka, Magnitogorsk, Russian Federation; Higher School of Music «Sirius», Sirius, Russian Federation.

³ Municipal Autonomous General Education Institution «Secondary general education school No. 40», Satka, Russian Federation.

Research on interpersonal synchrony is actively developing abroad, yet the experimental condition of musical interaction remains understudied, despite the fundamental importance of music in human social life. The present study aims to investigate the phenomenon of interpersonal synchrony at the behavioral level during the joint performance of a musical piece by professional musicians, and to evaluate the contribution of individual, professional, and musical characteristics to this process. The study involved 16 participants ($M = 30.7$ years; $SD = 5.6$; 3 women), including 8 musicians from the Russian National Youth Symphony Orchestra and 8 musicians from the Saint Petersburg Academic Philharmonia, performing on string or wind instruments. Within the framework of the experimental interaction, audio and video data of the performance of a musical piece consisting of two different scale parts were recorded. Motion Energy Analysis, rMEA, and Surrogate Synchrony software and packages were used to assess interpersonal synchrony and social present. Empathy was measured using the Questionnaire of Cognitive and Affective Empathy, personality traits — by the Big Five Inventory-2. Information on professional experience, absolute pitch, and sight-reading skill was obtained by means of a questionnaire. Individual tempo during joint performance was determined through sound track analysis in FL Studio 21. The conducted exploratory analysis allowed the assessment of listed characteristics and highlighted a significant relationship between the performance of a musical piece part and interpersonal synchrony. Further research with larger sample sizes and alternative designs is needed to examine the relationships between these characteristics more extensively.

Keywords: interpersonal synchrony, nonverbal synchrony, social interaction, musicians, empathy, personality traits

Acknowledgements

The authors acknowledge G.A. Fedorov for writing the musical piece for this study; N. G. Lebedev, I.A. Repenak, and D.S. Bochkaryova, K.O. Bystrova, for help with data collection organization; M.O. Markevich and N. Osman for help with data collection; I.O. Kulikov, A.A. Karpova, D.A. Kozlova, P.D. Kuryshkina, and V.B. Voronin for their work in the project within the Scientific and Technological Project Education Program «Big Challenges»; M.M. Tcepelevich for consulting on data analysis.

Funding

This work is supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Agreement 075-10-2021-093; Project COG-RND-2104).

References

Amiriparian S. Han J., Schmitt M., Baird A., Mallol-Ragolta A., Milling M., Gerczuk M., Schuller B. Synchronization in interpersonal speech. *Frontiers in Robotics and AI*, 2019, 6. DOI:10.3389/frobt.2019.00116

Arellano-Véliz N.A., Jeronimus B.F., Kunnen E.S., Cox R.F.A. The interacting partner as the immediate environment: Personality, interpersonal dynamics, and bodily synchronization. *Journal of Personality*, 2024, 1(92), 180–201. DOI:10.1111/jopy.12828

Bamford J.M.S., Davidson J.W. Trait Empathy associated with Agreeableness and rhythmic entrainment in a spontaneous movement to music task: Preliminary exploratory investigations. *Musicae Scientiae*, 2019, 1(23), 5–24. DOI:10.1177/1029864917701536

Bates D., Mächler M., Bolker B., Walker S. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 2015, 1(67), 1–48. DOI:10.18637/jss.v067.i01

Bishop L., Cancino-Chacón C., Goebel W. Moving to communicate, moving to interact: Patterns of body motion in musical duo performance. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 2019, 1(37), 1–25. DOI:10.1177/20592043231208000

Bishop L., Høffding S., Lartillot O., Laeng B. Mental Effort and Expressive Interaction in Expert and Student String Quartet Performance. *Music and Science*, 2023, 6. DOI:10.48550/arXiv.1911.09018

Chang A., Livingstone S.R., Bosnyak D.J., Trainor L.J. Body sway reflects leadership in joint music performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2017, 114(21), E4134–E4141. DOI:10.1073/pnas.1617657114

Czepiel A., Fink L.K., Fink L.T., Wald-Fuhrmann M., Tröndle M., Merrill J. Synchrony in the periphery: inter-subject correlation of physiological responses during live music concerts. *Scientific reports*, 2021, 1(11). DOI:10.1038/s41598-021-00492-3

D’Amario S., Goebel W., Bishop L. Judgment of togetherness in performances by musical duos. *Frontiers in Psychology*, 2022, 13. DOI:10.3389/fpsyg.2022.997752

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная...
D’Amario S., Schmidbauer H., Roesch A., Goebel W., Niemand A.M., Bishop L. Interperformer coordination in piano-singing duo performances: Phrase structure and empathy impact. *Psychological Research*, 2023, 87(8), 2559–2582. DOI:10.1007/s00426-023-01818-8

Davydova A.A. Phenomenon of empathy in the context of formation of ensemble culture. *Humanitarian Space*, 2012, 1(1), 81–85. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21571882> (in Russian) [The titles are given in author’s translation]

Freiermuth M.R., Hamzah N.H. “I agree!” empathetic head-nodding and its role in cultural competences development. *Lingua*, 2023, 296. DOI:10.1016/j.lingua.2023.103629

Fujiwara K., Yokomitsu K. Video-based tracking approach for nonverbal synchrony: a comparison of Motion Energy Analysis and OpenPose. *Behavior Research Methods*, 2021, 53, 2700–2711. DOI:10.3758/s13428-021-01612-7

Gjermunds N., Brechan I., Johnsen S., Watten R.G. Personality traits in musicians. *Current Issues in Personality Psychology*, 2020, 2(8), 100–107. DOI:10.5114/cipp.2020.97314

Gugnowska K., Novembre G., Kohler N., Villringer A., Keller P.E., Sammler D. Endogenous sources of interbrain synchrony in duetting pianists. *Cerebral Cortex*, 2022, 32(18), 4110–4127. DOI:10.1093/cercor/bhab469

Heggli O.A., Konvalinka I., Kringelbach M.L., Vuust P. A metastable attractor model of self–other integration (MEAMSO) in rhythmic synchronization. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 2021, 376. DOI:10.1098/rstb.2020.0332

Herceg A., Szabó P. Absolute pitch: A literature review of underlying factors, with special regard to music pedagogy. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 2023, 33(1-4), 40–47. DOI:10.1037/pmu0000298

Hu Y., Cheng X., Pan Y., Hu Y. The intrapersonal and interpersonal consequences of interpersonal synchrony. *Acta Psychologica*, 2022a, 224. DOI:10.1016/j.actpsy.2022.103513

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная...
Hu Y., Zhu M., Liu Y., Wang Z., Cheng X., Pan Y., Hu Y. Musical meter induces interbrain synchronization during interpersonal coordination. *eNeuro*, 2022b, 9(5). DOI:10.1523/ENEURO.0504-21.2022

Kalugin A.Y., Shchebetenko S.A., Mishkevich A.M., Soto C.J., John O.P. Psychometrics of the Russian-language version of the Big Five Inventory-2. *Psychology. Journal of the Higher School of Economics*, 2021, 18(1), 7–33. DOI:10.17323/1813-8918-2021-1-7-33 (in Russian) [The titles are given in author's translation]

Kavaliauskaitė D., Gulrez T., Mansell W. What is the relationship between spontaneous interpersonal synchronization and feeling of connectedness? A study of small groups of students using MIDI percussion instruments. *Psychology of Music*, 2023, 52(4), 419–437. DOI:10.1177/03057356231207049

Klein L., Wood E.A., Bosnyak D., Trainor L.J. Follow the sound of my violin: Granger causality reflects information flow in sound. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2022, 16. DOI:10.3389/fnhum.2022.982177

Kleinbub J.R., Ramseyer F.T. rMEA: An R package to assess nonverbal synchronization in motion energy analysis time-series. *Psychotherapy research*, 2021, 6(31), 817–830. DOI:10.1080/10503307.2020.1844334

Kuckelkorn K.L., Manzano Ö. de, Ullen F. Musical expertise and personality–differences related to occupational choice and instrument categories. *Personality and Individual Differences*, 2021, 173. DOI:10.1016/j.paid.2020.110573

Merriam A.P., Merriam V. *The Anthropology of Music*. Evanston: Northwestern University Press, 1964.

Müller V., Sängler J., Lindenberger U. Intra- and Inter-Brain Synchronization during Musical Improvisation on the Guitar. *PloS one*, 2013, 8(9). DOI:10.1371/journal.pone.0073852

Novembre G., Mitsopoulos Z., Keller P.E. Empathic perspective taking promotes interpersonal coordination through music. *Scientific reports*, 2019, 1(9). DOI:10.1038/s41598-019-48556-9

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная...
Nyman-Salonen P., Kykyri V.-L., Tschacher W., Muotka J., Tourunen A., Penttonen M., Seikkula J.
Nonverbal synchrony in couple therapy linked to clients' well-being and the therapeutic alliance.
Frontiers in psychology, 2021, 12. DOI:10.3389/fpsyg.2021.718353

Okatova M.A. Approbation of the Russian-language version of the cognitive and affective empathy
questionnaire. Psychology. Journal of the Higher School of Economics, 2021, 18(4), 685–699.
DOI:10.17323/1813-8918-8918-2021-2021-4-685-699 (in Russian) [The titles are given in author's
translation]

Oreshina G.V., Zhukova M.A. The Historical Evolution and Modern Research of the Alliance in
Psychotherapy and Counseling. Clinical Psychology and Special Education, 2023, 12(3), 30–56.
<https://doi.org/10.17759/cpse.2023120302> (in Russian) [The titles are given in author's translation]

Oreshina G.V., Zhukova M.A. Nonverbal Synchrony and Alliance in Exposure Therapy for Pediatric
Anxiety: a Case Report. Journal of Modern Foreign Psychology, 2024, 13(1), 10–20.
DOI:10.17759/jmfp.2024130101 (in Russian) [The titles are given in author's translation]

Ramseyer F.T. Motion energy analysis (MEA): A primer on the assessment of motion from video.
Journal of counseling psychology, 2020, 4(67), 536–549. DOI:10.1037/cou0000407

Reniers R.L., Corcoran R., Drake R., Shryane N.M., Völlm B.A. The QCAE: A questionnaire of
cognitive and affective empathy. Journal of personality assessment, 2011, 1(93), 84–95.
DOI:10.1080/00223891.2010.528484

Savage P.E., Loui P., Tarr B., Schachner A., Glowacki L., Mithen S., Fitch W.T. Music as a coevolved
system for social bonding. Behavioral and Brain Sciences, 2021, 44.
DOI:10.1017/S0140525X20000333

Schwartz B., Rubel J.A., Deisenhofer A.-K., Lutz W. Movement-based patient-therapist attunement
in psychological therapy and its association with early change. Digital Health, 2022, 8.
DOI:10.1177/20552076221129098

Soto C.J., John O.P. The next Big Five Inventory (BFI-2): Developing and assessing a hierarchical
model with 15 facets to enhance bandwidth, fidelity, and predictive power. Journal of personality and
social psychology, 2017, 1(113), 117–143. DOI:10.1037/pspp0000096

Tschacher W., Meier D. Physiological synchrony in psychotherapy sessions. *Psychotherapy Research*, 2020, 5(30), 558–573. DOI:10.1080/10503307.2019.1612114

Tschacher W., Ramseyer F., Koole S.L. Sharing the now in the social present: Duration of nonverbal synchrony is linked with personality. *Journal of personality*, 2018, 2(86), 129–138. DOI:10.1111/jopy.12298

Tzanaki P. The positive feedback loop of empathy and interpersonal synchronisation: discussing a theoretical model and its implications for musical and social development. *Music and Science*, 2022, 5. DOI:10.1177/20592043221142715

Vodneva A.R., Oreshina G.V., Kustova T.A., Tkachenko I.O., Tcepelevich M.M., Grigorenko E.L. Interpersonal Synchrony in Mentor-Mentee Dyads: An Analysis of Nonverbal Synchrony and Trait-Empathy. *Journal of Modern Foreign Psychology*, 2024, 13(1), 47–57. DOI:10.17759/jmfp.2024130104

Washburn A., Román I., Huberth M., Gang N., Dauer T., Reid W., Nanou C., Wright M., Fujioka T. Musical role asymmetries in piano duet performance influence alpha-band neural oscillation and Behavioral synchronization. *Frontiers in Neuroscience*, 2019, 13. DOI:10.3389/fnins.2019.01088

Zamm A., Palmer C., Bauer A.-K.R., Bleichner M.G., Demos A.P., Debener S. Behavioral and neural dynamics of interpersonal synchrony between performing musicians: a wireless EEG hyperscanning study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2021, 15. DOI:10.3389/fnhum.2021.717810

Zhang M., Jia H., Zheng M. Interbrain synchrony in the expectation of cooperation behavior: a hyperscanning study using functional near-infrared spectroscopy. *Frontiers in psychology*, 2020, 11. DOI:10.3389/fpsyg.2020.542093

Information about authors

Vodneva Alena Ruslanovna. PhD Student, Junior Research Associate of Center for Cognitive Sciences, Sirius University of Science and Technology, Olimpiysky pr., d. 1, 354340 Sirius, Russia.

E-mail: vodneva.alena.ruslanovna@gmail.com

Воднева А.Р., Мачнев Е.Г., Занин Е.В., Лаишевцева Е.С., Григоренко Е.Л. Межличностная...
Machnev Evgeny Gennadievich. PhD Student, Junior Research Associate of Center for Cognitive Sciences, Sirius University of Science and Technology, Olimpiysky pr., d. 1, 354340 Sirius, Russia.
E-mail: machnev.eg@talantiuspeh.ru

Zanin Evgeny Valeryevich. Assistant-trainee at the Magnitogorsk State Conservatory named after M. I. Glinka, ul. Gryaznova, d. 22, 455036 Magnitogorsk, Russia; teacher at the Higher School of Music «Sirius», ul. Voskresenskaya, d. 18, 354340 Sirius, Russia.
E-mail: zaninzhenya@mail.ru

Laishevtseva Elizaveta Sergeyevna. Student of Municipal Autonomous General Education Institution “Secondary general education school No. 40”, ul. Proletarskaya, d. 51, 456910 Satka, Russia.
E-mail: lizzalaish@mail.ru

Grigorenko Elena Leonidovna. PhD in General and educational psychology, PhD in Developmental psychology and genetics, Scientific Supervisor of Sirius Center for Cognitive Sciences, Sirius University of Science and Technology, Olimpiysky pr., d. 1, 354340 Sirius, Russia.
E-mail: Elena.Grigorenko@times.uh.edu

For citation: Vodneva A.R., Machnev E.G., Zanin E.V., Laishevtseva E.S., Grigorenko E.L. Interpersonal synchrony in duets of professional musicians: assessment methods and exploratory analysis. *Psikhologicheskie Issledovaniya*, 2024, Vol. 17, No. 95, p. 4. <https://psystudy.ru>