

## Межличностная координация: системные аспекты и социально-психофизиологические факторы (обзор)

Е.С. Меськова<sup>✉</sup>, Е.П. Муртазина, Ю.А. Гинзбург-Шик

Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина,  
г. Москва, Россия

<sup>✉</sup>meskova\_katerina@rambler.ru

### Аннотация

**Обоснование.** Представлены исследования, посвященные системным аспектам и влиянию социально-психофизиологических факторов на успешность совместной деятельности. **Цель:** системный анализ результатов исследований межличностной координации, влияния на нее психологических и социальных факторов, взаимосвязей с affiliативным поведением и формированием социальной памяти. **Результаты.** В первом разделе обзора проанализированы когнитивно-моторные механизмы (совместное внимание, прогнозирование, взаимная пространственно-временная адаптация), обеспечивающие взаимодействие и точную межличностную координацию нескольких субъектов. Показано, что прогнозирование и непрерывный взаимный мониторинг действий облегчают межличностную координацию, позволяя людям планировать собственное поведение с учетом возможных действий других. Для успешного решения совместных задач требуется определенная степень межличностной интеграции, на которую влияют намерения субъектов взаимодействия, знание программы действий и планируемого результата. В ситуациях, когда информация о ходе выполнения совместных заданий недоступна, для облегчения межсубъектной координации могут использоваться такие поведенческие стратегии, как снижение временной изменчивости собственных действий и специализация вкладов партнеров. Одной из форм взаимодействий, способствующих успешной межличностной кооперации, является сенсомоторная коммуникация, проявляющаяся в систематическом отклонении инструментальных действий от наиболее эффективного способа выполнения с целью предоставления соисполнителю дополнительной информации (обратной связи) о собственных намерениях. Второй раздел обзора посвящен двунаправленной связи психосоциальных факторов и межличностной координации. С одной стороны, установки, мотивационная структура, локус контроля, общая склонность человека к социальным контактам определяют успешность совместной деятельности и поведенческие стратегии людей; с другой, опыт совместной ритмичной деятельности приводит к усилению просоциальных установок (доверие, симпатия) и affiliативного поведения (сотрудничества) субъектов. **Заключение.** Показано, что эффекты подобных взаимодействий могут сохраняться в виде социальной памяти и влиять на последующее поведение и взаимоотношения людей. Результаты изучения закономерностей, определяющих успешность совместной деятельности, могут быть использованы для улучшения взаимодействия персонала с пациентом в медицинской практике, подбора эффективно работающих команд, оптимизации условий труда, а также для усовершенствования роботизированных систем.

**Ключевые слова:** совместная деятельность, кооперация, межличностная координация, пространственно-временная адаптация, прогнозирование, сенсомоторная коммуникация, социальная память, просоциальность

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

**Для цитирования:** Меськова Е.С., Муртазина Е.П., Гинзбург-Шик Ю.А. Межличностная координация: системные аспекты и социально-психофизиологические факторы (обзор) // Психология. Психофизиология. 2022. Т. 15, № 3. С. 91–102. DOI: 10.14529/jpps220309

## Joint action coordination: systemic aspects and socio-psychophysiological factors (review)

E.S. Meskova<sup>✉</sup>, E.P. Murtazina, Yu.A. Ginzburg-Shik

P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia

<sup>✉</sup> meskova\_katerina@rambler.ru

### Abstract

**Introduction:** The review analyses the studies focused on the systemic aspects of joint action coordination and the influence of socio-psychophysiological factors on its success. **Aims.** The paper presents a systemic analysis of the data obtained from the studies on joint action coordination, its socio-psychological factors and relations with affiliative behavior and social memory. **Results.** The first part is dedicated to the main cognitive-motor mechanisms that ensure interaction and precise joint action coordination, such as: shared attention, anticipation, and spatiotemporal adaptation. Anticipation and continuous mutual monitoring facilitate interpersonal coordination and allow people to plan their own behavior with respect to the possible actions of others. Successful joint actions require a certain degree of intersubject integration, which is influenced by the goals and intentions of the subjects, as well as their plan of actions and expected results. When information about the progress of joint actions is not available, behavioral strategies such as reduced temporal variability (of one's own actions) and identified contributions (of a partner/partners) can be used to facilitate interpersonal coordination. One form of interaction that facilitates successful interpersonal cooperation is sensorimotor communication, which manifests itself in the systematic deviation of instrumental actions from the most efficient way of acting to provide the co-actor with additional information (feedback) about one's own intentions. The second part deals with the bidirectional relationship between psychosocial factors and interpersonal coordination. On the one hand, attitudes, motivational structure, locus of control, and a person's general propensity for social interaction determine the success of joint actions and behavioral strategies. On the other hand, the experience of joint rhythmic activities leads to an increase in prosocial attitudes (trust, sympathy) and affiliative behavior (cooperation) of the subjects. **Conclusion.** This article shows that the effects of such interactions can be preserved in the form of social memory and, therefore, influence subsequent behavior and relationship patterns. The study of patterns that determine the success of joint actions can be used to improve staff-patient interactions in medical practice, select effective teams, optimize working conditions, and improve robotic systems.

**Keywords:** joint actions, cooperation, interpersonal coordination, spatial-temporal adaptation, forecasting, sensorimotor communication, social memory, prosocial behavior

*The authors declare no conflict of interest.*

**For citation:** Meskova E.S., Murtazina E.P., Ginzburg-Shik Yu.A. Joint action coordination: systemic aspects and socio-psychophysiological factors (review). *Psikhologiya. Psikhofiziologiya = Psychology. Psychophysiology*. 2022;15(3):91–102. (in Russ.) DOI: DOI: 10.14529/jpps220309

### Введение

Совместные действия – это любая форма социального взаимодействия, при которой два или более человека координируют свои движения в пространстве и во времени с целью достижения общего результата. Многие виды деятельности предъявляют повышенные требования к слаженности совместных действий людей, таковыми являются: командные виды спорта, работа операторов АЭС, пилотов, спасателей, медицинских бригад и др. Успешность в данных сферах во многом определяется точностью межличностной координации участников.

Изучение психофизиологических механизмов совместной деятельности людей – актуальная проблема современной нейросоциобиологии. В последние годы многие психологические и нейрофизиологические лаборатории мира проявляют растущий интерес к изучению механизмов социальных взаимодействий. Недостаточная разработанность данной темы побуждает исследователей формулировать новые теории о том, какие объективные психо- и нейрофизиологические процессы могут обеспечивать взаимодействие субъектов.

Цель данного обзора научной литературы – провести системный анализ результатов исследований межличностной координации, влияния на нее различных психологических и социальных факторов, взаимосвязей с аффилиативным поведением и формированием социальной памяти. Основное внимание в статье уделяется научным исследованиям, в которых используются лабораторные модели совместного выполнения заданий в различных социальных контекстах деятельности.

### **Системные механизмы совместной деятельности**

Согласно модели адаптации и предвосхищения при сенсомоторной синхронизации, предложенной В. Harry с соавторами (ADAM: adaptation and anticipation model [1]), точная, но гибкая межличностная координация поддерживается механизмами коррекции ошибок на основе обратной связи, прогнозирования действий партнера и упреждающим контролем, снижающим расхождение между планируемым и полученным результатом. Используя парадигму отслеживания, В. Wahn с соавторами [2] показали, что одним из факторов, определяющих успешность межличностной координации, является объем информации, которую соучастники получают о действиях и результатах деятельности друг друга. В этом исследовании испытуемые в диадах выполняли задачу на зрительно-моторную координацию, действуя за одним монитором. В ситуации, когда участники могли обмениваться информацией о ходе исполнения задания (обратная связь), они справлялись с работой быстрее и эффективнее за счет разделения труда и расширения временного горизонта планирования континуума собственных поведенческих актов.

Показано, что соисполнители следят за ходом работы, чтобы определить, совпадает ли текущее состояние совместной деятельности и желаемый результат [1]. Непрерывный мониторинг своих и чужих двигательных актов позволяет своевременно обнаруживать ошибки и лучше адаптировать собственную программу действий. В исследовании А. Cugini с соавторами [3] пары участников выполняли совместную задачу на непрерывную зрительно-моторную координацию (обводили геометрические фигуры). Показано, что более высокая пространственная точность и временная синхронизация обнаруживалась в ситуации взаимной координации, в отличие

от испытаний, в которых только один из участников должен был согласовывать свои действия с партнером. Другой способ повышения эффективности совместной работы основывается на четком распределении ролей соисполнителей, специализации вкладов участников в программу достижения общего результата [3].

В исследовании с использованием транскраниальной магнитной стимуляции [4] были обнаружены различия в амплитуде моторных вызванных потенциалов, связанных с репрезентацией собственных и чужих поведенческих актов. Данные результаты подтверждают гипотезу о том, что при осуществлении совместной деятельности люди обращают внимание как на свои движения (с высоким приоритетом), так и на поведение других (с более низким приоритетом), одновременно контролируя общий интегративный выход. Такая форма разделенного внимания позволяет субъектам объединять их действия, сохраняя при этом автономный контроль над собственной активностью [5].

В исследовании М. Fairhurst с соавторами [6] показано, что для точной координации требуется определенная степень межсубъектной интеграции. В задаче на синхронное постукивание пальцами испытуемые координировали свои действия с тонами компьютера, производимыми виртуальным партнером. Последний был запрограммирован на адаптацию к ритму участников в различной степени (с высокой, средней и низкой адаптивностью). Показано, что испытуемые оценивали взаимодействие с высокоадаптивным партнером как неустойчивое, в то время как наиболее стабильная межличностная координация достигалась в ситуации, когда обе стороны адаптировались с использованием одинаково умеренной (средней) степени фазовой коррекции. Авторы полагают, что точная синхронизация требует от участников идентификации источника созданных тонов (своих и чужих), чтобы на основе этой информации компенсировать асинхронность.

Когда люди выполняют совместную деятельность, их индивидуальные действия должны быть скоординированы для достижения коллективной цели. Подобная форма взаимодействий приводит к возникновению у участников своего рода «мы-агентства» ('we' agency), благодаря которому соисполнители действуют как единое целое [7]. В исследованиях совместной деятельности с помощью

задачи Саймона участники реагировали на возникающие на экране монитора справа и слева стимулы нажатием соответствующих клавиш. При кооперативном диадическом выполнении взаимодополняющих частей задания люди склонны представлять задачу целиком и интегрировать как свои, так и чужие намерения и действия в общее представление, как если бы работа осуществлялась в одиночку [8]. Показано, что общие репрезентации возникают у сотрудничающих участников, в то время как конкурентный контекст деятельности приводит к снижению межличностной интеграции [9]. В ситуации соперничества субъекты в большей степени сосредоточены на стабилизации собственной деятельности, вследствие чего уделяют меньше внимания поведению соучастника.

Показано, что более выраженное чувство совместной деятельности (чувство контроля над совместными действиями и результатами) возникает у партнеров в ситуации успешности коллективной работы [10]. Так, в задаче на диадическое воспроизведение звуковой последовательности, заданной темпом метронома, наибольшая межличностная интеграция обнаруживалась у пар испытуемых при достижении ими точного соответствия требуемому ритму. Обнаружено, что способности к формированию общих репрезентаций при совместной деятельности усиливаются в ситуации опасности [11], а также при взаимодействии с предсказуемым партнером [12].

С помощью метода синхронной регистрации ЭЭГ у людей в парах было выявлено, что испытуемые в наибольшей степени отслеживали собственные действия, будучи лидерами, а чужие двигательные акты – в роли последователя [13]. Максимум межличностной интеграции, взаимной временной адаптации и синхронности движений наблюдался в условиях, когда соответствующие роли не были искусственно назначены. При этом амплитуды ЭЭГ-ответов в первичных зрительных областях соответствовали уровням внимания к своим или чужим действиям в зависимости от занимаемой позиции.

Представление целей и задач соисполнителя позволяет агентам предсказывать действия партнера и интегрировать их в собственный двигательный план. Так, в исследовании С. Vesper с соавторами [14] диады смогли скоординировать прыжки вперед на разные расстояния, чтобы приземлиться одновременно

но. Учитывая, что партнеры не могли видеть и слышать друг друга, знания задачи оказалось достаточным, чтобы предсказать время действия соучастника и соответствующим образом скорректировать собственные движения.

В качестве психофизиологических и нейрофизиологических механизмов, лежащих в основе понимания намерений других людей при наблюдении за их действиями, рассматривается функционирование систем ментализации и зеркальных нейронов мозга [15]. В настоящее время имеются убедительные доказательства того, что у людей в ходе деятельности, а также при наблюдении и имитации поведенческих актов других лиц активируются области, включающие сенсомоторную и премоторную зоны, заднюю теменную кору, мозжечок и другие [16].

Для достижения успешной межличностной координации участники должны иметь представления о том, что делает или собирается сделать партнер, чтобы на основе этой информации планировать собственные движения. V.T. Chackochan и V. Sanguineti [17] разработали экспериментальную модель, в которой пары испытуемых были механически связаны виртуальной пружиной, но не могли видеть друг друга. Им было предложено совершать тянущие движения с одной и той же начальной и конечной позициями. Для разных групп диад варьировали объем информации, предоставляемой каждому игроку о своем партнере: только тактильная (сила взаимодействия воспринималась через виртуальную пружину), зрительно-гаптическая (сила взаимодействия отображалась на экране) и «видимый партнер» (помимо силы взаимодействия на экране постоянно отображалось положение партнера). Обнаружено, что отсутствие достоверных данных о действиях соучастника не только снижает скорость обучения, но и влияет на выбор стратегии сотрудничества. В частности, неполная информация приводила к возникновению асимметричной стратегии взаимодействия с выделением ролей лидера и ведомого. И наоборот, ситуация с полной осведомленностью партнеров характеризовалась более устойчивой координацией действий участников без возможности определения конкретных ролей. Данные результаты показывают, что стратегии сотрудничества в совместных действиях формируются за счет компромисса между требованиями задачи и количеством доступной информации о дейст-

виях со-агента. По мнению авторов, роли определяются в ситуации недоступности (недостаточности) информации о действиях партнера и представляют собой неоптимальную форму взаимодействия, позволяющую минимизировать необходимость прогнозирования поведения соучастника.

В ситуациях, когда информация о ходе выполнения совместной деятельности недоступна, в качестве механизма улучшения межличностной координации могут выступать так называемые сглаживатели координации (coordination smoothers) [18], например, снижение временной изменчивости собственных действий при выполнении совместных заданий [19]. Другой стратегией поддержания плавной координации является распределение задач между партнерами по совместным действиям. Так, соучастники, у которых относительно легкая задача, могут адаптировать свои действия иначе, чем те, кому досталась более сложная работа. В работе F. Tatti и G. Vaud-Vovу [20] была исследована способность двух людей определять направление малой силы, создаваемой тактильным устройством и применяемой к совместно удерживаемому объекту. Показано, что диады проявляли значительную вариативность в выборе стратегий для выполнения этой задачи в зависимости от того, как пропорционально разделяли между собой усилия участники по отношению к прилагаемой внешней силе. Преобладала тенденция к равному распределению физической нагрузки, однако в некоторых парах наблюдалась и другая стратегия с явной асимметрией в распределении сил и специализацией партнеров.

Понимание своих и чужих возможностей и препятствий при достижении результата совместной деятельности также регулирует отношения между субъектами. В исследовании R.W. Isenhowe и соавторов<sup>1</sup> пары участников должны были поднимать деревянные бруски с конвейера индивидуально или совместно. Доски предъявлялись в порядке возрастания длины, и снимать их можно было только за оба конца. Обнаружилось, что точки перехода от индивидуального к совместному

выполнению задания варьировали в зависимости от значений среднего размаха рук пар. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в процессе социальных взаимодействий субъекты учитывают не только свои способности, но и предполагаемые совместные возможности.

Сенсомоторная коммуникация представляет собой одну из форм социальных взаимодействий, способствующих взаимной координации. Например, при переносе дивана человек, идущий впереди, может преувеличивать движение влево, тем самым информируя позади идущего о предстоящем повороте [18]. Показано, что субъекты систематически отклоняются от наиболее эффективного способа выполнения инструментального действия, тем самым предоставляя соисполнителю дополнительную информацию о собственных намерениях [21]. Люди могут прибегать к подобному типу общения, когда использование других систем коммуникации невозможно или недостаточно, например, в случае быстрого темпа совместной деятельности, либо в ситуации, когда информацию легче передать с помощью модуляции движений, чем вербально [22]. Использование тонких визуальных подсказок для понимания чужих действий и намерений играет важную роль при осуществлении совместной деятельности [23]. В процессе сенсомоторной коммуникации могут быть использованы различные каналы связи, включая тактильную и зрительно-моторную. Участники способны обмениваться информацией о совместной деятельности, модулируя кинематические параметры своих действий, такие как направление движения, амплитуда, продолжительность или апертура захвата [22].

В работе музыкальных ансамблей сенсомоторная коммуникация проявляется в виде вспомогательных движений, технически не связанных с воспроизведением звуков. К ним относятся, например, колебательные движения тела, покачивание головой, постукивания ногами и др. Вспомогательные движения обеспечивают визуальные коммуникативные сигналы, которые помогают устранить неоднозначность намерений участников, способствуя координации основных временных и выразительных параметров между соисполнителями [24].

В исследовании R. Timmers и соавторов [25] были проанализированы результаты двойной импульсной транскраниальной маг-

<sup>1</sup> Isenhowe R., Marsh K.L., Carello C. et al. The specificity of intrapersonal and interpersonal affordance boundaries: International Conference on Perception and Action (13th:2005). Eds. H. Heft, K.L. Marsh. Studies in Perception and Action VIII. Publ. online 2005:54–58.

нитной стимуляции (dTMS) музыкантов при синхронизации ритма их игры правой рукой на пианино с записью мелодии, исполняемой левой рукой. Стимульный материал представлялся в звуковой или аудиовизуальной форме. При этом было выявлено, что dTMS правой дорсальной премоторной коры (области, связанной с обеспечением моторного резонанса с наблюдаемыми действиями) и правой внутритеменной борозды (зоны, обеспечивающей мультисенсорную обработку информации) улучшила сенсомоторную синхронизацию музыкантов к записи выступления только в условиях дополнительного визуального сопровождения.

В некоторых ситуациях людям нужна возможность оценки вклада физических усилий другого человека в достижение совместного результата. Например, летчики самолетов с ручной системой управления, где действия экипажа механически сопряжены между собой, используют тактильную обратную связь для оценки сил, прилагаемых на рули другим пилотом [26]. В исследовании А. Takagi и соавторов [27] изучались процессы взаимодействия людей в диадах, триадах и тетрадах. Участники, связанные друг с другом виртуальными эластичными лентами, должны были с помощью рукоятки управлять курсором на экране, выполняя задачу следования за движущейся целью. Авторы выдвинули гипотезу, что большие группы не смогут координировать свои действия только посредством тактильной обратной связи, так как это приведет к сценарию с нулевой суммой – ситуации, при которой люди, отстающие в выполнении задачи, мешают лучшим. Тем не менее результаты исследования показали эффективность коллективного физического взаимодействия: несмотря на то, что группа состояла из людей с разными навыками отслеживания, присутствие низкоэффективных участников не уменьшило производительность деятельности высокоэффективных. Напротив, координация между партнерами развивалась быстро, а результативность улучшалась с увеличением количества субъектов деятельности. По мнению авторов, повышение эффективности работы в группах объясняется стохастическими свойствами коллективной цели. Поскольку сила взаимодействия представляет собой сумму сил всех субъектов, невозможно определить конкретный вклад в нее каждого партнера. Вместо этого люди оценивали об-

щую тактильную обратную связь (не разделенную на отдельные источники), чтобы сделать вывод о суммарном коллективном эффекте и оптимально использовать эту информацию для планирования собственных движений.

#### ***Социально-психологические факторы межличностной координации***

Взаимодействующие люди имеют естественную тенденцию к синхронизации совершаемых движений. Так, пары участников, выполняющих ритмичные покачивания в кресле-качалке, принимают одинаковую скорость [28]. Тенденция двигаться синхронно с другими была настолько сильная, что диады координировали свои покачивания даже в физически сложных условиях, например, когда к их креслам были прикреплены грузы разного веса. Данное явление получило название моторного резонанса, в основе которого лежит непроизвольная активация двигательной системы и имитативной реакции при наблюдении за действиями, выполняемыми другими [29]. Открытие системы зеркальных нейронов предоставило нейрофизиологическое обоснование процесса сопряжения восприятия и действия.

Социальные эффекты двигательной мимики связаны с увеличением воспринимаемого сходства между взаимодействующими субъектами, что, в свою очередь, способствует формированию аффилиативных поведенческих проявлений (чувства принадлежности, доверия, симпатии, альтруистического поведения) [30] и нивелирует расовые предрассудки [31]. Существует и обратная зависимость: фиксация внимания на сходстве с партнером приводит к усилению непроизвольной имитативной реакции, в то время как акцентирование на различиях – уменьшает подражательное поведение [32].

Разница в социальном статусе взаимодействующих лиц может приводить к снижению межличностной интеграции [33, 34]. В работе S. Farwaha и S. Obhi [35] было выявлено, что на уровень сенсомоторного резонанса к действиям другого человека влияет их социально-экономическое положение. В задаче на непроизвольную имитацию участники совершали определенные движения в ответ на числовой сигнал при одновременном наблюдении за конгруэнтными или неконгруэнтными поведенческими актами. Паттерны интерференционного эффекта показывали, в какой

степени согласованность воспринимаемого действия влияет на выполнение задачи. Так, люди с высоким социальным статусом продемонстрировали бóльшую помехоустойчивость к наблюдаемым движениям по сравнению с лицами, имеющими низкое социально-экономическое положение. Авторы полагают, что обнаруженные различия в степени двигательной интерференции связаны с особенностями обработки собственных и чужих действий, что может иметь отношение к многообразию поведенческих тактик у людей разных уровней социальной структуры.

Мотивационная структура, установки, общая склонность людей к социальным контактам также влияют на межличностную координацию. В пользу этой гипотезы говорит тот факт, что люди с более просоциальной ориентацией легче синхронизируются [36]. В исследовании G. Novembre и соавторов [36] пары участников синхронизировали воспроизведение музыкальных звуков, вращая электронные музыкальные шкатулки. Было выявлено, что диады, в которых оба участника обладают хорошо развитыми эмпатическими способностями, демонстрировали более точную синхронизацию с действиями партнера. Важно отметить, что последователи с высоким уровнем эмпатии эффективнее прогнозировали поведение лидеров, за счет чего достигали высоких результатов в задаче на межличностную координацию. A. Raхton и R. Dale [37] сравнили профили движений испытуемых в конфликтном и партнерском контекстах. Установлено, что ситуации, требующие от участников убедить собеседника в своем мнении, значительно уменьшают степень моторной синхронности внутри диады.

На степень межличностной координации человека может влиять мотивация присоединиться к другим. Об этом свидетельствует тот факт, что люди с нарушениями социального функционирования (например, с социальными фобиями или расстройствами аутистического спектра) испытывают затруднения при необходимости преднамеренной синхронизации с партнером [38].

В работе M.T. Fairhurst и соавторов [39] показана взаимосвязь между локусом контроля испытуемых и их способностью к сенсомоторной координации с виртуальным партнером (запрограммированным метрономом с различной степенью адаптивности). Участники должны были как можно точнее синхро-

низировать свои постукивания с тонами и поддерживать первоначальный темп в меру своих возможностей. Результаты исследования свидетельствуют о том, что испытуемые, которые приписывают причину событий своим действиям (внутренний локус контроля), в меньшей степени склонны подстраиваться к ритму виртуального партнера, чем люди с внешним локусом контроля. Подобная закономерность отражает стратегии поведения лидера и последователя: участники, стабилизовавшие темп собственной деятельности, заняли лидерскую позицию, тогда как субъекты с внешним локусом контроля синхронизировались со своим партнером, взяв на себя роль ведомого.

Выявлено, что дополняющие друг друга паттерны поведения способны улучшить ритмическую межличностную координацию. Исследования опытных оркестровых музыкантов показали, что наличие лидера в группе обеспечивает ориентир для всех остальных участников и таким образом способствует межличностной синхронизации в сложных задачах, требующих высокого исполнительского мастерства [40].

Существует множество исследований, подтверждающих важную роль межличностной координации в качестве механизма, способствующего поддержанию социальных взаимодействий [41–43]. После опыта совместной деятельности с высоким уровнем моторной синхронизации (ритмичная ходьба, покачивание под музыку, танцы и др.) взрослые люди испытывают большее доверие и симпатию по отношению к партнерам [44], лучше запоминают информацию о них [45], проявляют повышение собственного болевого порога и стрессоустойчивости [46].

Межличностная координация приводит к усилению аффилиативного поведения субъектов: чувства сплоченности, принадлежности к группе, взаимопонимания [47, 48], склонности к сотрудничеству [49, 50]. Данные психологические и поведенческие показатели коррелируют с субъективным ощущением связанности между людьми [51]. Ритмическая координация направляет внимание и усиливает сходство между партнерами по взаимодействию, способствуя тому, что люди начинают воспринимать себя как часть единого целого [52, 53].

Просоциальные эффекты двигательной синхронизации обнаруживаются уже на раннем этапе развития человека. В исследовании

L.K. Cirelli [54] ассистент держал на руках 14-месячного младенца и мягко подпрыгивал под музыку, стоя лицом к экспериментатору. Последний, в свою очередь, двигался либо синхронно, либо асинхронно действиям ассистента. Затем младенцев помещали в условия, где они имели возможность помочь экспериментатору, подавая ему «случайно» упавшие предметы. Результаты исследования показали, что дети значительно чаще демонстрировали спонтанную помощь после опыта межличностной синхронности по сравнению с ситуацией асинхронии.

Эффекты межличностной координации могут сохраняться с течением времени и оказывать влияние на последующее поведение субъектов. После совместной синхронной деятельности пары участников чувствовали большую сплоченность и в дальнейшем охотнее проявляли альтруистическое поведение по отношению к своему партнеру [49]. В работе С.А. Nordham с соавторами [55] использовалась парадигма, в которой два участника исследования производили простые движения (непрерывно двигали пальцами) до, во время и после социального взаимодействия. Постановка задачи позволяла исследовать модели координации, которые могут сформироваться во время визуального контакта, а также поведение после взаимодействия. Было обнаружено, что отдельные паттерны движений партнеров после стадии сопряжения оставались похожими, не возвращаясь полностью к индивидуальным исходным значениям. Данные результаты являются подтверждением существования социальной памяти, обеспечивающей сохранение интернализованных черт взаимодействия. Эволюционное значение «присвоения» скоординированного паттерна может заключаться в облегчении инициирования будущих социальных контактов, так как сходство предпочитаемых частот увеличивает вероятность совместной деятельности людей в виде сотрудничества [49]. По мнению N.H. Prior [56], межличностные отношения, в том числе аффилиативные, строятся на совместном опыте повторяющихся социальных взаимодействий людей.

### Заключение

Анализ научной литературы, посвященной исследованиям социальных взаимодействий, позволяет выделить следующие основные системные механизмы, обеспечивающие точную и гибкую межличностную координацию:

совместное внимание, прогнозирование, общие представления о целях и задачах, интеграция поведенческих проявлений других людей в собственную двигательную программу, сенсомоторная коммуникация, специализация вклада. Данные современные представления и результаты рассмотренных исследований согласуются с основными принципами теории функциональных систем академика П.К. Анохина, касающимися взаимодействия компонентов для достижения полезного приспособительного результата [57].

В данном обзоре показано двустороннее влияние социально-психологических факторов и межличностной координации. С одной стороны, опыт совместной деятельности с высоким уровнем моторной синхронизации способен усиливать просоциальность людей (доверие, симпатию, чувство принадлежности к группе, кооперативное поведение). С другой стороны, такие социально-психологические факторы, как установки, мотивация, социальный статус, локус контроля, определяют поведенческие стратегии людей в ходе взаимодействий и влияют на степень межличностной координации.

Дальнейшие исследования совместных действий существенно расширят современные представления о механизмах, обеспечивающих успешную коллективную деятельность, что может лечь в основу выделения критериев подбора эффективно работающих команд и разработки способов повышения результативности обучения. Кроме того, понимание закономерностей межличностной координации способствует выявлению параметров количественной оценки качества терапевтического альянса (особых отношений между пациентом и терапевтом, направленных на достижение положительных результатов в ходе лечения). Так, увеличение частоты синхронности движений между пациентом и психотерапевтом с течением времени является маркером улучшения психоэмоционального состояния больного [58]. Взаимосвязи межличностной синхронизации и просоциального поведения могут быть использованы для создания тренингов, направленных на сплочение коллективов и улучшение психологического климата в группах. Знание особенностей социального контекста, влияющих на успешность социальных взаимодействий, позволит оптимизировать условия труда, способствуя сохранению психосоматического здоровья работников и повышению их профессиональной результативности.

Использование современных технологий (например, методов гиперсканирования фМРТ, ЭЭГ и гиперстимуляции различных структур головного мозга нескольких испытуемых) дают возможность исследовать нейрофизиологические процессы и механизмы, обеспечивающие совместную деятельность людей. Полученные знания могут позволить создавать новые модели и алгоритмы для разработки интерфейсов мозг-компьютер или систем с искусственным интеллектом. Данные об особенностях человеческого движения находят широкое применение при проектировании, создании, пользовательском тестировании и улучшении программного и аппаратного обеспечения роботизированных систем.

Поскольку при совместной работе важно, чтобы каждый из участников чувствовал вклад сил другого человека, актуальна разработка технических устройств, опосредующих взаимодействие между людьми и обеспечивающих партнеров обратной связью о действиях друг друга. Точное воспроизведение сил без временной задержки особенно важно при совместной работе агентов, удаленных на большие расстояния. Кроме того, совершенствование алгоритмов адаптивного управления может быть использовано при проектировании вспомогательных манипуляторов и протезов рук, а также систем, предназначенных для роботизированных операций в медицине.

### Список литературы / References

1. Harry B., Keller P. Tutorial and simulations with ADAM: an adaptation and anticipation model of sensorimotor synchronization. *Biological Cybernetics*, 2019; 113. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00422-019-00798-6>
2. Wahn B., König P. and Kingstone A. Interpersonal coordination in joint multiple object tracking. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 2021; 47(9):1166–1181. DOI: <https://doi.org/10.1037/xhp0000935>
3. Curioni A., Vesper C., Knoblich G., Sebanz N. Reciprocal information flow and role distribution support joint action coordination. *Cognition*. 2019;187:21–31. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2019.02.006>
4. Pecenka N., Engel A., Keller P. Neural correlates of auditory temporal predictions during sensorimotor synchronization. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2013; 7. Available at: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2013.00380> (accessed: 26.05.2022).
5. Liebermann-Jordanidis H., Novembre G., Koch I., Keller P. Simultaneous self-other integration and segregation support real-time interpersonal coordination in a musical joint action task. *Acta Psychologica*, 2021; 218:103348. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103348>
6. Fairhurst M., Keller P., Janata P. Distinguishing “self” from “other” in a dynamic synchronization task with an adaptive virtual partner. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1101/625061>
7. Loehr J.D. The sense of agency in joint action: An integrative review. *Psychonomic Bulletin and Review* [Preprint]. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3758/s13423-021-02051-3>
8. Walter J., Buon M., Glavieux B., Brunel L. Excluded but not alone. Does social exclusion prevent the occurrence of a Joint Simon Effect (JSE)? *Acta Psychologica*. 2021; 218:103337. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103337>
9. Ciardo F., Wykowska A. Response Coordination Emerges in Cooperative but Not Competitive Joint Task. *Frontiers in Psychology*. 2018; 9:1919. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01919>
10. Loehr J.D. Shared credit for shared success: Successful joint performance strengthens the sense of joint agency. *Consciousness and Cognition*. 2018; 66:79–90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.concog.2018.11.001>
11. Beureanaut M., Dezechache G., Grèzes J. Action co-representation under threat: A Social Simon study. *Cognition*. 2021; 215:104829. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104829>
12. van der Weiden A., Porcu E., Liepelt R. Action prediction modulates self-other integration in joint action. *Psychological Research* [Preprint]. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00426-022-01674-y>
13. Varlet M., Nozaradan S, Nijhuis P, Keller P. Neural tracking and integration of “self” and “other” in improvised interpersonal coordination. *NeuroImage*. 2019; 206:116303. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116303>
14. Vesper C, van der Wel RPRD, Knoblich G, Sebanz N. Are you ready to jump? Predictive mechanisms in interpersonal coordination. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*. 2013; 39(1):48–61. DOI: <https://doi.org/10.1037/a0028066>

15. Tidoni E., Candidi M. Commentary: Understanding intentions from actions: Direct perception, inference, and the roles of mirror and mentalizing systems. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2016; 10. Available at: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnbeh.2016.00013> (accessed: 14.06.2022).
16. Schmidt S.N.L., Hass J, Kirsch P, Mier D. The human mirror neuron system-A common neural basis for social cognition? *Psychophysiology*. 2021; 58(5):e13781. DOI: <https://doi.org/10.1111/psyp.13781>
17. Chackochan V.T., Sanguineti V. Incomplete information about the partner affects the development of collaborative strategies in joint action. *PLoS Computational Biology*. 2019; 15. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1006385>
18. Vesper C., Abramova E, Bütepage J. et al. Joint Action: Mental Representations, Shared Information and General Mechanisms for Coordinating with Others. *Frontiers in Psychology*. 2017; 7: Available at: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2016.02039> (accessed: 5.04.2022).
19. Huys R. Kolodziej A, Lagarde J. et al. Individual and dyadic rope turning as a window into social coordination. *Human Movement Science*. 2018; 58:55–68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.12.015>
20. Tatti F., Baud-Bovy G. Force sharing and other collaborative strategies in a dyadic force perception task. *PloS One*. 2018; 13(2):e0192754. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192754>
21. Vesper C., Sevdalis V. Informing, coordinating, and performing a perspective on functions of sensorimotor communication. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2020; 14:168. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00168>
22. Pezzulo G., Donnarumma F., Dindo H. et al. The body talks: Sensorimotor communication and its brain and kinematic signatures. *Physics of Life Reviews*, 2019; 28:1–21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2018.06.014>
23. Ujitoko Y., Kawabe T. Visual estimation of the force applied by another person. *Scientific Reports*. 2022; 12(1):6216. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10243-7>.
24. Colley I., Varlet M., Macritchie J., Keller P. The influence of a conductor and co-performer on auditory-motor synchronisation, temporal prediction, and ancillary entrainment in a musical drumming task. *Human Movement Science*. 2020; 72:102653. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2020.102653>
25. Timmers R., Macritchie J, Schabrun S. et al. Neural multimodal integration underlying synchronization with a co-performer in music: Influences of motor expertise and visual information. *Neuroscience Letters*. 2020; 721:134803. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2020.134803>
26. Field E., Harris D. A comparative survey of the utility of cross-cockpit linkages and autoflight systems' backfeed to the control inceptors of commercial aircraft'. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1080/001401398186216>
27. Takagi A., Hirashima M., Nozaki D., Burdet E. Individuals physically interacting in a group rapidly coordinate their movement by estimating the collective goal. *eLife*. 2019; 8. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.41328>
28. Richardson M.J., Marsh K.L., Isenhower R.W. et al. Rocking together: dynamics of intentional and unintentional interpersonal coordination. *Human Movement Science*. 2007; 26(6):867–891. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2007.07.002>
29. Darda K.M., Ramsey R. The inhibition of automatic imitation: a meta-analysis and synthesis of fMRI studies'. *bioRxiv*. 2019; 334938. DOI: <https://doi.org/10.1101/334938>
30. Dignath D., Lotze-Hermes P., Farmer H., Pfister R. Contingency and contiguity of imitative behaviour affect social affiliation. *Psychological Research*. 2018; 82. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00426-017-0854-x>
31. Safarpour A. *EPR: A Theory of Prejudice Reduction and Support for Racial Policies*. 2022. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10633.31847>
32. Genschow O., Cracco E., Verbeke P. et al. *Similarity and automatic imitation*. 2021. DOI: <https://doi.org/10.31234/osf.io/jnf8t>
33. Van der Weiden A., Pril D., Dittrich K. et al. How vertical elevation affects self-other integration as measured by the joint Simon effect. *Acta Psychologica*. 2021; 220:103404. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103404>
34. Farwaha S., Obhi S. The Effects of Online Status on Self-Other Processing as Revealed by Automatic Imitation. *Social Cognition*. 2021; 39:295–314. DOI: <https://doi.org/10.1521/soco.2021.39.2.295>

35. Farwaha S., Obhi S. Socioeconomic status and self-other processing: socioeconomic status predicts interference in the automatic imitation task. *Experimental Brain Research*. 2020; 238. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00221-020-05761-7>
36. Novembre G., Mitsopoulos Z., Keller P. Empathic perspective taking promotes interpersonal coordination through music. *Scientific Reports*. 2019; 9. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48556-9>
37. Paxton A., Dale R. Argument disrupts interpersonal synchrony. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2013; 66(11):2092–2102. DOI: <https://doi.org/10.1080/17470218.2013.853089>
38. Lumsden J., Miles L.K., Macrae C.N. Sync or sink? Interpersonal synchrony impacts self-esteem. *Frontiers in Psychology*. 2014; 5. Available at: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2014.01064> (accessed: 16.06.2022).
39. Fairhurst M.T., Janata P., Keller P.E. Leading the follower: an fMRI investigation of dynamic cooperativity and leader-follower strategies in synchronization with an adaptive virtual partner. *NeuroImage*. 2014; 84:688–697. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.09.027>
40. Chang A., Livingstone S.R., Bosnyak D.J., Trainor L.J. Body sway reflects joint emotional expression in music ensemble performance. *Scientific Reports*. 2019; 9(1):1–11. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1617657114>
41. Bieńkiewicz M., Smykovskiy A., Olugbade T. et al. Bridging the gap between emotion and joint action. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* [Preprint]. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.08.014>
42. Clayton M., Jakubowski K., Eerola T. et al. Interpersonal Entrainment in Music Performance. *Music Perception*. 2020; 38:136–194. DOI: <https://doi.org/10.1525/mp.2020.38.2.136>
43. Cohen E., Davis A., Taylor J. Interdependence, bonding and support are associated with improved mental wellbeing following an outdoor team challenge. *Applied Psychology: Health and Well-Being* [Preprint]. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/aphw.12351>
44. Rauchbauer B., Grosbras M.-H. Developmental trajectory of interpersonal motor alignment: Positive social effects and link to social cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2020; 118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.07.032>
45. Woolhouse M.H., Tidhar D., Cross I. Effects on Inter-Personal Memory of Dancing in Time with Others. *Frontiers in Psychology*. 2016; 7:167. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00167>
46. Vitale E., Smith A. Neurobiology of Loneliness, Isolation, and Loss: Integrating Human and Animal Perspectives. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2022; 16:846315. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2022.846315>
47. Jackson J.C., Jong J, Bilkey D. et al. Synchrony and Physiological Arousal Increase Cohesion and Cooperation in Large Naturalistic Groups. *Scientific Reports*. 2018; 8(1):127. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18023-4>
48. Wilson S., Gos C. Perceiving social cohesion: movement synchrony and task demands both matter. *Perception*. 2019; 48(4):316–329. DOI: <https://doi.org/10.1177/0301006619837878>
49. Cross L., Michael J., Wilsdon L. et al. Still want to help? Interpersonal coordination's effects on helping behaviour after a 24 hour delay. *Acta Psychologica*. 2020; 206:103062. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2020.103062>
50. Tunçgenç B., Cohen E. Interpersonal movement synchrony facilitates pro-social behavior in children's peer-play. *Developmental Science*. 2018; 21(1). DOI: <https://doi.org/10.1111/desc.12505>
51. Howard E.M., Ropar D., Newport R., Tunçgenç B. Social context facilitates visuomotor synchrony and bonding in children and adults. *Scientific Reports*. 2021; 11(1):22869. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02372-2>
52. Crossey B.P., Atherton G., Cross L. Lost in the crowd: Imagining walking in synchrony with a crowd increases affiliation and deindividuation. *PloS One*. 2021; 16(7):e0254017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254017>
53. Lee H., Launay J., Stewart L. Signals through music and dance: Perceived social bonds and formidability on collective movement. *Acta Psychologica*. 2020; 208:103093. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2020.103093>
54. Cirelli L.K. How interpersonal synchrony facilitates early prosocial behavior. *Current Opinion in Psychology*. 2018; 20:35–39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.08.009>

55. Nordham C.A., Tognoli E., Fuchs A., Kelso J.A.S. How Interpersonal Coordination Affects Individual Behavior (and Vice Versa): Experimental analysis and adaptive HKB model of social memory. *Ecological psychology: a publication of the International Society for Ecological Psychology*. 2018; 30(3):224–249. DOI: <https://doi.org/10.1080/10407413.2018.1438196>

56. Prior N.H. What's in a moment: what can be learned about pair bonding from studying moment-to-moment behavioral synchrony between partners? *Frontiers in Psychology*. 2020; 11:1370. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01370>

57. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М.: Книга по требованию, 2021. 450 с. [Anokhin P.K. *Ocherki po fiziologii funktsional'nykh sistem* [Essays on the physiology of functional systems]. Moscow. Книга по требованию Publ. 2021:450. (in Russ.)]

58. Mende M.A., Schmidt H. Psychotherapy in the framework of embodied cognition-does interpersonal synchrony influence therapy success? *Frontiers in Psychiatry*. 2021; 12:562490. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.562490>

*Поступила 28.06.2022; одобрена после рецензирования 15.07.2022; принята к публикации 15.07.2022.*

*Информация об авторах:*

**Меськова Екатерина Сергеевна**, специалист, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина» (Россия, 125315, г. Москва, ул. Балтийская, д. 8), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9256-0253>, [meskova\\_katerina@rambler.ru](mailto:meskova_katerina@rambler.ru)

**Муртазина Елена Павловна**, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина» (Россия, 125315, г. Москва, ул. Балтийская, д. 8), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4243-8727>, [e.murtazina@nphys.ru](mailto:e.murtazina@nphys.ru)

**Гинзбург-Шик Юлия Андреевна**, специалист, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина» (Россия, 125315, г. Москва, ул. Балтийская, д. 8), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8675-8116>, [ginzburg.shik@gmail.com](mailto:ginzburg.shik@gmail.com)

*Заявленный вклад авторов:*

**Меськова Е.С.** – сбор материалов по отечественным и зарубежным практикам; написание текста.

**Муртазина Е.П.** – научное руководство; методологические основания статьи.

**Гинзбург-Шик Ю.А.** – доработка начального варианта текста, подготовка окончательной редакции текста.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

*Submitted 28.06.2022; approved after reviewing 15.07.2022; accepted for publication 15.07.2022.*

*About the authors:*

**Ekaterina S. Meskova**, specialist, P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russian Federation (8 Baltiyskaya str., Moscow, 125315, Russia). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9256-0253>, [meskova\\_katerina@rambler.ru](mailto:meskova_katerina@rambler.ru)

**Elena P. Murtazina**, candidate of medical sciences, leading researcher P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russian Federation (8 Baltiyskaya str., Moscow, 125315, Russia). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4243-8727>, [e.murtazina@nphys.ru](mailto:e.murtazina@nphys.ru)

**Yuliya A. Ginzburg-Shik**, specialist, P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russian Federation (8 Baltiyskaya str., Moscow, 125315, Russia). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8675-8116>, [ginzburg.shik@gmail.com](mailto:ginzburg.shik@gmail.com)

*Contribution of the authors:*

**E.S. Meskova** – gathering of information related to local and international practices, writing the text.

**E.P. Murtazina** – scientific management, methodological basis of research.

**Yu.A. Ginzburg-Shik** – revision of the text, preparation of the final version of the text.

*The authors has read and approved the final manuscript.*