

Столярова А.Н.<sup>1,2</sup> Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота

*Stolyarova A.N.<sup>1,2</sup> Features of joint attention of a human and an anthropomorphic robot*

<sup>1</sup> Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Москва, Россия

<sup>2</sup> Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

Цель статьи – сравнение процесса совместного внимания между двумя людьми и между человеком и антропоморфным роботом. В обзоре приведены различные подходы к определению понятия «совместное внимание». Описаны особенности протекания процесса совместного внимания между людьми («низкоуровневое» и «высокоуровневое»), реагирование и инициирование как его формы. Выделены четыре модульных компонента совместного внимания по Барон-Кохен: детектор намерений, детектор направления взгляда, механизм общего внимания, модель психического – и три основных модели совместного внимания людей: универсальная когнитивная, социально-когнитивная модель и модель множественных процессов. Представлены идея о различиях между социально-познавательными процессами от второго и третьего лица Гомеза, Хобсона и Редди и её дальнейшее развитие Сипосовой и Карпенгер, которые выделили четыре уровня социального внимания: мониторинг, общий уровень, взаимный и совместный. Выявлены основные направления исследования совместного внимания между людьми. Установлены основные преимущества применения роботов: антропоморфность, способность роботов работать автономно и осуществлять как вербальное, так и невербальное общение, привлекать и удерживать внимание; способность как реагировать на совместное внимание, так и инициировать его; возможность объективной интерпретация стимулов. Выявлены основные недостатки антропоморфных роботов, не позволяющие им быть полноценными соагентами с человеком: шумность, громоздкость и неповоротливость, отличия мимики и движений от человеческих, нехватка способностей к самостоятельному принятию решений. Позитивное и негативное влияние специфических характеристик роботов связано с тем, что на современном этапе развития они с легкостью реализуют восходящий механизм совместного внимания, но испытывают значительное затруднение с нисходящим уровнем.

**Ключевые слова:** процесс совместного внимания, антропоморфные роботы, преимущества роботов, недостатки роботов, интерактивность

## Введение: постановка проблемы

Сравнение человека с антропоморфным роботом в процессе совместного внимания выходит сегодня на первый план в сферах образования, коррекционной работы и в психологических исследованиях [Шевель, Фаликман, 2021; Nagai et al., 2003; Huang, Thomaz, 2011; Sani-Vozkurt, Vozkus-Genc, 2021]. Об актуальности изучения этого процесса в контексте психологии и когнитивных наук свидетельствует множество эмпирических работ, рассматривающих возможность применения роботов в различных сферах для позитивного взаимодействия с человеком [Imai et al., 2003; Robins et al., 2004; Warren et al., 2015; Bellani et al., 2011; Каку, 2018; и др.].

Среди разнообразия имеющихся на сегодняшний день направлений изучения совместного внимания, в том числе с применением роботов, можно выделить такие: исследования социального поведения, исследования слежения за взглядом, изучение связей между совместным вниманием и речевым развитием, изучение индивидуальных различий и др. При этом в ходе анализа выделяются как преимущества использования роботов, так и недостатки, не позволяющие им стать полноценными партнерами при взаимодействии с людьми. Для преодоления многих из этих недостатков требуется создание принципиально новых типов роботов и их программного обеспечения.

Цель статьи – сравнить процесс совместного внимания между двумя людьми и между человеком и антропоморфным роботом; выявить особенности этого процесса между людьми; рассмотреть процесс совместного внимания с использованием антропоморфных роботов; выделить преимущества и недостатки антропоморфных роботов в ходе взаимодействия с человеком.

## Феномен совместного внимания

Совместное внимание – познавательный психологический процесс, возникающий при одновременной фокусировке двух людей на конкретном объекте. Этот процесс возникает с помощью как вербальных средств общения, так и взгляда, указательных жестов и других невербальных сигналов [Шевель, Фаликман, 2021]. Изучение данного явления и появление понятия «совместное внимание» связано с работами по когнитивному развитию Дж. Брунера и его коллег [Bruner, 1974; Scaife, Bruner, 1975]. Они впервые исследовали способность ребёнка следить за направлением взгляда взрослого, которая к одному году формируется у всех здоровых детей. М. Томаселло [Tomasello, 1995], развивая идеи Брунера, считал, что в осно-

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота  
ве совместного внимания лежит восприятие другого человека как «интенционального агента», обладающего собственными мотивами и установками. Понятие «интенциональный агент» обозначает человека, обладающего собственными убеждениями, желаниями, намерениями и мотивами, которые помогают достичь поставленных целей [Tomasello et al., 2005].

После исследований Томаселло подходы к объяснению термина «совместное внимание» разделились: Л. Баттич и Б. Гертс (Lucas Battich, Bart Geurts) выделили два – редукционистский и реляционный. Редукционизм – это тип теорий в психологии, сводящих сложные явления к существенно более простым. Редукционистский подход опирается на понятие общего знания, когда оба участника процесса внимания осознают свою фокусировку на одном и том же объекте, а совместное внимание относится к их индивидуальным психическим состояниям. Реляционный подход, в отличие от редукционистского, принадлежит направлению холизма, которое сосредоточено на рассмотрении вещей в целом. Он предполагает, что для понимания целого необходимо рассмотреть, как его части работают на разных уровнях, а также как они влияют друг на друга и взаимодействуют.

В современных исследованиях совместного внимания преобладает редукционистский подход, в то время как реляционный, созданный Д. Кэмпбеллом (John Campbell) [2005, 2018], обладает серьёзными недостатками. К ним Баттич и Гертс относят апелляцию к знаниям, то есть умение людей определять, что они смотрят на объект вдвоём и каждый из них способен видеть объект и осознавать фокусировку внимания другого человека на нем. Кэмпбелл стремится избегать любых апелляций к знаниям, но определяет способность распознавать совместное внимание как умение включать в качестве соагентов людей, которые выполняют какие-либо действия совместно, взгляд которых пересекается с целевым объектом, и исключать слепых, людей с завязанными глазами, находящихся в коме. Именно такие требования составляют условие нормальности, на котором базируется редукционистский взгляд, основанный на знаниях. Возникшее противоречие опровергает реляционный подход (Lucas Battich, Bart Geurts, 2020).

Далее рассмотрим и сравним процесс совместного внимания между людьми и между человеком и антропоморфным роботом.

Томаселло первым предложил разделение процессов совместного внимания между людьми на низкоуровневое и высокоуровневое. Низкоуровневое внимание проявляется, когда человек направляет взгляд в ту же сторону, что и другие люди, а высокоуровневое – когда он осо-

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота знает, на какой объект он смотрит вместе с другими [Шевель, Фаликман, 2021].

В дальнейшем были выделены формы совместного внимания, к которым относят чувствительность к направлению внимания другого человека (reacting to joint attention, RJA). «Над ней надстраивается способность побудить другого к сонаправлению внимания – инициирование совместного внимания (initiating joint attention, IJA)» [Шевель, Фаликман, 2021, с. 8–9].

Барон-Кохен [Baron-Cohen, 1994] рассматривал процесс осуществления совместного внимания как совокупность четырех модульных компонентов. Первый компонент – детектор намерений, который интерпретирует стимулы, предъявляемые человеку с точки зрения цели действия. Второй компонент – детектор направления взгляда: он распознаёт похожие на глаза стимулы и контролирует поведение, связанное со взглядом. Третий – механизм общего внимания, позволяющий выявить совпадение фокусов взгляда субъекта и другого человека на конкретном объекте. Четвёртый компонент – модель психического, которая объединяет ощущения и восприятие человека в единую систему [Котюсов, Малых, 2021].

Появление современных представлений о процессе совместного внимания между людьми связано с идеями Гомеза [2005], Хобсона [2005], Редди [2011], которые выдвинули идею о различиях между социально-познавательными процессами, происходящими, когда мы действуем как отстраненные наблюдатели (принимая вид от третьего лица) и когда мы напрямую взаимодействуем с другими людьми (принимая вид от второго лица).

Сипосова и Карпентер [Siposova, Carpenter, 2019] на основании этих различий выделили четыре уровня социального внимания (мониторинг, общий, взаимный и совместный). Мониторинг возникает в том случае, когда наблюдатель обращает внимание на то, куда смотрит другой человек. Если наблюдатель смотрит на другого человека со стороны третьего лица и делает вывод о том, что он и собеседник фокусируют внимание друг друга на предмете, появляется общий уровень [Geurts, 2019]. Два человека – во взаимном внимании, когда они находятся во втором лице по отношению друг к другу (напрямую взаимодействуют между собой). Оба индивида без помощи коммуникации осознают, что они смотрят на одну и ту же вещь, устанавливая зрительный контакт по поводу данного объекта [Botero, 2016].

Совместный уровень достигается, когда, помимо взаимодействия, отвечающего критериям взаимного внимания, участники намеренно сообщают друг другу об объекте наблюдения [Siposova, Carpenter, 2019]. В отличие от взаимного внимания, которое обычно возникает

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота случайно, состояние совместного внимания достигается намеренно и часто может быть самоцелью [Hobson, Hobson, 2008].

При описании процесса совместного внимания между людьми выделяют три основные модели [Mundy et al., 2007]. Первая из них – это универсальная когнитивная модель, в которой выражаются общие аспекты когнитивного развития, раннего репрезентативного развития в социальном взаимодействии [Smith, Ulvund, 2003]. Вариант универсальной когнитивной модели – социально-когнитивная модель. Она предполагает, что совместное внимание отражает специфические, а не общие компоненты познания, например социальное познание [Slaughter, McConnell, 2003; Brooks, Meltzoff, 2015].

Модель множественных процессов – это третий взгляд на природу развития совместного внимания. Согласно ей, на первый план выводятся социальные аспекты, которые способствуют социальному обмену и последующему социально-когнитивному развитию [Mundy et al., 2000; Zelazo et al., 2005; Mundy, 2003].

Общие направления изучения совместного внимания, на которых основываются классические исследования, были систематизированы А.И. Котюсовым и С.Б. Малых [2021]. К ним относятся исследования социального поведения; исследования слежения за взглядом; исследования о применении указательного жеста; исследования восприятия целей и намерений; изучение вовлечения в совместное взаимодействие; изучение связей между совместным вниманием и речевым развитием; исследования связи совместного внимания и модели психического; изучение индивидуальных различий.

Далее рассмотрим особенности процесса совместного внимания при использовании антропоморфных роботов.

## Особенности протекания совместного внимания человека и антропоморфного робота

Исследований на нормальных популяциях совсем немного. Одна из первых классических работ о взаимодействии робота и человека с помощью совместного внимания – исследование Нагаи, Хосода, Морита и Асада [Nagai et al., 2003]. Предшествующие ему труды [Breazeal, Scassellati, 2000; Kozima, Yano, 2001; Imai et al., 2001; Scassellati, 2002] использовали уже готовые сценарии поведения, в то время как в исследовании Нагаи с коллегами [2003] была

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота представлена конструктивная модель. Последняя позволяет роботу обрести способность к совместному вниманию без оценки задания со стороны исследователя и воспроизвести поэтапный процесс развития. Робот, по мнению этой группы исследователей, должен быть спроектирован таким образом, чтобы он мог изменять свое поведение, используя любые свои показатели, быть способным к совместному вниманию в сенсомоторной координации (согласование во времени и пространстве двигательных действий).

В исследованиях совместного внимания в паре человек – робот преобладает редуционистский подход: совместное внимание рассматривается как отдельные аспекты, важные для конкретного эксперимента. В паре человек – робот могут исследоваться все формы совместного внимания: реагирование на общий объект, инициирование и обеспечение. По классификации Томаселло робот способен только на низкий уровень внимания, он фокусируется в том же направлении взгляда, что и человек, но при этом не осознаёт объект наблюдения.

Сравнивая пару человек – робот с парой человек – человек, можно утверждать, что робот способен взаимодействовать на уровнях мониторинга и совместного внимания, но испытывает серьёзные затруднения на общем и взаимных уровнях. Он может фокусироваться на объекте наблюдения и привлекать внимание человека к этому объекту, но понять, что они вместе обращают внимание друг друга на предмет, робот не в состоянии.

Из представленных моделей совместного внимания чаще всего при изучении пары человек – робот применяется универсальная когнитивная: робот способен активно применять в исследованиях протоимперативные (сообщения о своих нуждах) и протодекларативные (привлечение визуального внимания) жесты для выявления аспектов когнитивного познания. Протоимперативные жесты служат для передачи просьб респонденту от робота (принести конкретный предмет), протодекларативные – для привлечения визуального внимания людей к конкретному объекту.

Среди работ, обосновывающих успехи применения антропоморфных роботов для изучения данного феномена, можно выделить труды Имаи, Оно, Ишигуро [2003], Хуанга и Томаза [2011], Робинса, Дикерсона и коллег [2004], а также Варрена и Зенга с коллегами [2015]. Имаи, Оно, Ишигуро [2003] установили, что использование робота для функции зрительного контакта и внимания – это эффективный метод в развитии совместного внимания. Хуанг и Томаз [Huang, Thomaz, 2011] доказали, что робот, реагирующий на внимание со стороны человека, улучшает выполнение задачи и воспринимается как более компетентный и интерак-

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота тивный партнер, а поведение, обеспечивающее совместное внимание, воспринимается человеком как естественное.

## Коммуникация антропоморфного робота с детьми с РАС

Отдельное направление исследований – коммуникация с детьми с расстройством аутистического спектра (РАС). Работы Робинса, Дикерсона и коллег [2004], а также Варрена и Зенга с коллегами [2015] доказали, что робот может выступать социальным посредником для детей с РАС и способен улучшать их показатели в базовых навыках коммуникации и реакции на совместное внимание. Таким детям проще устанавливать и поддерживать контакт с роботом, использующим ограниченное количество моделей поведения, по сравнению с человеком-исследователем, поведение которого для детей с РАС непредсказуемо. Улучшение социальной коммуникации в подобных исследованиях ситуативно обусловлено присутствием робота.

Варрен и Зенг с коллегами [2015] выявили, что антропоморфный робот улучшает показатели в основных навыках социального общения и реакции на совместное внимание у детей благодаря механизмам успешного подталкивания участников к правильной ориентации на цель с помощью сложной поведенческой системы подсказок и подкрепления. С точки зрения теории совместного внимания У. Найссера, механизмы улучшения социальной коммуникации детей с аутистическим спектром – это, во-первых, восходящий механизм (на локализацию объекта внимания ребёнка влияет направление взгляда, жесты робота и расположение визуально ярких объектов-стимулов) и, во-вторых, в некоторой степени «нисходящий» механизм с ключевой ролью информации о событиях, которые произошли с другим человеком и её интерпретации. Восходящий механизм соответствует низкоуровневой модели Томаселло, а нисходящий – высокоуровневой модели [Шевель, Фаликман, 2021].

По результатам работы Сани-Бозкурт и Боскуз-Генс [2021] для успешных исследований наиболее часто используются гуманоидные роботы [Anzalone et al., 2014, 2019; Petric, Kovacic, 2019]. Такие исследования чаще всего проводились в лабораториях или школьных классах [Kumazaki et al., 2018], продолжительность экспериментов составляла от четырех до десяти недель [Scassellati et al., 2018; Mengoni et al., 2017]. Рассматривая наиболее предпочтительный тип робота для респондента, Сани-Бозкурт и Боскуз-Генс [2021] выделили такие характеристики, как антропоморфная внешность, умение говорить, выражать эмоции, самостоятельно передвигаться, простота в программировании, способность роботов работать ав-

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота тономно и осуществлять как вербальное, так и невербальное общение. Исследования показывают, что робот должен уметь привлекать и удерживать внимание, это положительно влияет на коммуникативное поведение [Cao et al., 2019; Petric, Kovacic, 2019; Bellani et al., 2011].

Особенности современных роботов в процессе совместного внимания с человеком играют важную роль для разработки цифровых помощников и виртуальных агентов, применения искусственного интеллекта в обучении и оказания эффективной помощи детям с РАС. Данные, собранные при решении роботами различных задач, в том числе учебных, позволяют в дальнейшем разрабатывать вспомогательные дистанционные программы в образовании, способные привлечь и удержать внимание. Роботы могут оказывать помощь детям с РАС, заменяя воспитателя-человека, с которым детям тяжело вступать в контакт.

Далее опишем преимущества и недостатки роботов во взаимодействии с человеком на материале исследований совместного внимания.

## Преимущества и недостатки роботов во взаимодействии с человеком на материале исследований совместного внимания

Как показывают исследования, роботы способны не только поддерживать совместное внимание с человеком, но и инициировать его. Преимущества роботов – это объективная интерпретация стимулов, возможность контроля поведения человека в заданных рамках, инициирование совместного внимания с человеком применительно к конкретному объекту.

В исследованиях совместного внимания роботы способны привлечь внимание респондента к стимулам, используя речь, указательные жесты, направление взгляда. Кроме этого, роботы часто дают обратную реакцию на действия респондента, выражают эмоции с помощью мимики. В некоторых случаях они могут отследить направление взгляда человека и определить объект, на который он смотрит. При этом роботы свободны от когнитивных искажений, что облегчает интерпретацию стимулов в эксперименте.

Однако помимо достоинств существуют и серьезные недостатки, не позволяющие роботам достичь уровня вовлеченности в процесс совместного внимания с человеком. Это, по Сани-Бозкурт и Боскуз-Генс [2021], например, значительный шум при движении, неспособность угнаться за человеком, трудности с поворотом головы. Мимика и движения роботов непохо-

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота жи на естественные движения, что вызывает трудности в обмене социальными аффективными сигналами. Сани-Бозкурт и Боскуз-Генс [2021] утверждают, что современным роботам не хватает способности к самостоятельному принятию решений в работе для замены человека в образовательной и коррекционной сфере.

К когнитивным трудностям робота можно отнести распознавание сложных образов и отсутствие здравого смысла. Роботам сложно узнавать объекты в нелабораторных условиях, особенно если объектов много или если они способны менять своё местоположение. Проблема использования здравого смысла связана с отсутствием даже простейших физических и биологических знаний о мире, трудно описываемых на языках программирования [Каку, 2018]. Еще одна проблема применения роботов – моделирование полноценной картины будущего. Современные роботы способны прогнозировать будущее только в какой-либо специализированной области (игра в шахматы и др.), но они не могут составить полноценное представление о поведении окружающих объектов, в том числе людей, в различных ситуациях.

В исследованиях совместного внимания шумность робота отвлекает респондента в процессе решения задачи. Неповоротливость (особенно наличие паузы перед ответной реакцией) мешает быстро реагировать на действия испытуемого во время эксперимента. Отличия мимики и жестов робота от естественных движений часто вызывает дискомфорт у людей. Робот может испытывать затруднения при определении ведущего стимула для внимания респондента в конкретный момент времени. При этом робот неспособен самостоятельно принимать решения, поэтому все задачи, выполняемые им, должны быть описаны в программе.

Позитивное и негативное влияние специфических характеристик роботов связано с тем, что на современном этапе развития они с легкостью реализуют восходящий механизм совместного внимания, но испытывают значительное затруднение с нисходящим. Из перечисленных преимуществ и недостатков следует, что хотя эффективность роботов при проведении экспериментов доказана Имаи, Оно, Ишигуро [2003], Хуангом и Томасом [2011], Робинсом, Дикерсоном и коллегами [2004], но для устранения имеющихся трудностей требуется дальнейшее развитие робототехники и соответствующего программного обеспечения.

## Заключение

Интерес к проведению исследований с помощью антропоморфных роботов, сравнению совместного внимания человека и робота возрос в последние годы с появлением более совер-

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота шенных моделей робототехники. В наши дни совместное внимание рассматривают как познавательный психологический процесс, возникающий при одновременной фокусировке двух людей на конкретном объекте. Оно может возникать не только между людьми, но и между человеком и роботом. Важнейшими теоретико-методологическими основаниями этих исследований, на наш взгляд, выступают исследования Варрен и Зенг с коллегами, Сани-Бозкурт и Боскуз-Генс, доказывающие возможность использования робота как социального агента (устройство, способное взаимодействовать с людьми, выполняя разные задачи), который может воспроизвести процесс совместного внимания благодаря механизмам успешного подталкивания участников к правильной ориентации на цель с помощью сложной поведенческой системы подсказок и подкрепления. А также исследования Хуанга и Томаса, которые установили, что робот, реагирующий на внимание со стороны человека, улучшает выполнение задачи и воспринимается как более компетентный и интерактивный партнер. К преимуществам применения роботов для изучения совместного внимания относятся способность работать автономно и осуществлять как вербальное, так и невербальное общение; умение привлекать и удерживать внимание; способность как реагировать на совместное внимание, так и инициировать его; возможность объективной интерпретации стимулов, умение контролировать поведение человека в заданных рамках.

## Выводы

1. При описании процесса совместного внимания между людьми выделяют четыре уровня социального внимания: мониторинг, общий уровень, взаимный и совместный. Мониторинг возникает, когда наблюдатель обращает внимание на то, на что смотрит другой человек. Общий уровень появляется, когда наблюдатель смотрит на другого человека со стороны третьего лица и делает вывод о том, что они обращают внимание друг друга на одну и ту же вещь. Два человека находятся во взаимном внимании, когда оба из них без помощи коммуникации осознают, что они одновременно смотрят на одну и ту же вещь, устанавливая зрительный контакт по поводу данного объекта. Совместный уровень достигается, когда помимо взаимодействия, отвечающего критериям взаимного внимания, участники намеренно сообщают друг другу об объекте наблюдения.
2. Сравнивая пару человек – робот с парой человек – человек, можно утверждать, что робот способен взаимодействовать на уровнях мониторинга и совместного внимания, но испытывает серьёзные затруднения на общем и взаимном уровнях.
3. Робот может быть социальным посредником для детей с РАС и способен улучшать

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота  
показатели детей в базовых навыках коммуникации и реакциях на совместное внима-  
ние. Использование робота для развития функции зрительного контакта и внимания –  
эффективный метод в терапевтических программах РАС.

4. Преимущества роботов в исследованиях совместного внимания – это объективная ин-  
терпретация стимулов, возможность контроля поведения человека в заданных рамках,  
инициирование совместного внимания между антропоморфным роботом и человеком  
на конкретном объекте.
5. Недостатки роботов в исследованиях совместного внимания: шумность, неспособ-  
ность угнаться за человеком, трудности с поворотом головы, несхожесть мимики и  
движений с естественными движениями, нехватка способностей к самостоятельному  
принятию решений. К когнитивным недостаткам робота можно отнести распознава-  
ние сложных образов и отсутствие здравого смысла, как у человека, а также модели-  
рование полноценной картины будущего.
6. Такие особенности современных роботов, как способность привлечь внимание ре-  
спондента к стимулам, обратная реакция на действия испытуемого, выражение эмо-  
ций с помощью мимики в процессе совместного внимания с человеком, играют важ-  
ную роль для разработки цифровых помощников и виртуальных агентов, а также для  
применения искусственного интеллекта в обучении.

## Литература

Котюсов А.И., Малых С.Б. Роль совместного внимания в раннем развитии социального по-  
знания. Теоретическая и экспериментальная психология, 2021, 14(2), 6–24.

Каку М. [Michio Kaku] Будущее разума. М.: Альпина-нон-фикшн, 2018.

Шевель Т.М., Фаликман М.В. «Подсказка взглядом» как ключ к механизмам совместного  
внимания: основные результаты исследований. Культурно-историческая психология, 2022,  
18(1), 6–16. doi:10.17759/chp.2022180101

Anzalone S.M., Tilmont E., Boucenna S., Xavier J., Jouen A.L., Bodeau N., Michelangelo Study  
Group. How children with autism spectrum disorder behave and explore the 4-dimensional (spatial  
3D+ time) environment during a joint attention induction task with a robot. Research in Autism  
Spectrum Disorders, 2014, 8(7), 814–826.

Anzalone S.M., Xavier J., Boucenna S., Billeci L., Narzisi A., Muratori F., Chetouani M. Quantify-  
Психологические исследования 2023 Т 17 No. 93 <https://psystudy.ru> 11

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота  
ing patterns of joint attention during human-robot interactions: An application for autism spectrum  
disorder assessment. *Pattern Recognition Letters*, 2019, No. 118, 42–50.

Baron-Cohen S. How to build a baby that can read minds: Cognitive mechanisms in mindreading.  
*Current Psychology of Cognition*, 1994, 13(5), 513–552.

Battich L., Geurts B. Joint attention and perceptual experience. *Synthese*, 2021. doi:  
10.1007/s11229-020-02602-6

Bellani M., Fornasari L., Chittaro L., Brambilla P. Virtual reality in autism: State of the art. *Epidemiology and Psychiatric Sciences*, 2011, 20(3), 235–238.

Botero M. Tactless scientists: Ignoring touch in the study of joint attention. *Philosophical Psychology*, 2016, 29(8), 1200–1214. doi:10.1080/09515089.2016.1225293

Breazeal C., Scassellati B. Infant-like social interactions between a robot and a human caregiver.  
*Adaptive Behavior*, 2000, 8(1), 49–74.

Brooks R., Meltzoff A.N. Connecting the dots from infancy to childhood: A longitudinal study  
connecting gaze following, language, and explicit theory of mind. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2015, No. 130, 67–78. doi:10.1016/j.jecp.2014.09.010

Bruner J.S. From communication to language – a psychological perspective. *Cognition*, 1974, 3(3),  
255–287. doi:10.1016/0010-0277(74)90012-2

Campbell J. Joint attention: Communication and other minds. In: N.M. Eilan, C. Hoerl,  
T. McCormack, J. Roessler (Eds.), *Joint attention and common knowledge*. Oxford: Oxford University Press, 2005. pp. 287–297.

Campbell J. The Routledge handbook of collective intentionality. In: M. Jankovic, K. Ludwig  
(Eds.), *Joint attention*. New York: Routledge, 2018. pp. 115–129.

Cao W., Song W., Li X., Zheng S., Zhang G., Wu Y., Chen J. Interaction with social robots: Improving gaze toward face but not necessarily joint attention in children with autism spectrum disorder. *Frontiers in Psychology*, 2019, 10(1503), 1–10.

Geurts B. Communication as commitment sharing: speech acts, implicatures, common ground. *Theoretical Linguistics*, 2019, 45(1–2), 1–30. doi:10.1515/tl-2019-0001

Gómez J.C. Joint attention and the notion of subject: Insights from apes, normal children and children with autism. In: *Joint attention: Communication and other minds*. Oxford, England: Clarendon Press, 2005. pp. 65–84.

Hobson R.P. What puts the jointness into joint attention? In: *Joint attention: Communication and other minds*. Oxford, England: Clarendon Press, 2005. pp. 185–204.

Hobson R.P., Hobson J.A. Engaging, sharing, knowing: Some lessons from research in autism. In: J. Zlatev, T. P. Racine, Ch. Sinha, E. Itkonen, *The shared mind: Perspectives on intersubjectivity*. Amsterdam, Netherlands: John Benjamins, 2008. pp. 67–88.

Huang C.M., Thomaz A.L. Effects of Responding to, Initiating and Ensuring Joint Attention in Human-Robot Interaction. *Proceedings of IEEE RO-MAN*, 2011. doi: 10.1109/ROMAN.2011.6005230

Imai M., Ono T., Ishiguro H. Physical relation and expression: joint attention for human – robot interaction. In: *Proceedings of the 10th International Workshop on Robot and Human Communication*. Bordeaux and Paris, France, 2001.

Imai M., Ono T., Ishiguro H. Physical Relation and Expression: Joint Attention for Human–Robot Interaction. *Ieee transactions of industrial electronics*, 2003, 50(4). doi:10.1109/ROMAN.2001.981955

Kozima H., Yano H. A robot that learns to communicate with human caregivers. In: *Proceedings of the First International Workshop on Epigenetic Robotics*. Lund, Sweden, 2001.

Kumazaki H., Yoshikawa Y., Yoshimura Y., Ikeda T., Hasegawa C., Saito D.N., Matsumoto Y. The impact of robotic intervention on joint attention in children with autism spectrum disorders. *Molecular Autism*, 2018, 9(46), 1–10.

Mengoni S.E., Irvine K., Thakur D., Barton G., Dautenhahn K., Guldberg K., Sharma S. Feasibility  
Психологические исследования 2023 Т 17 №. 93 <https://psystudy.ru> 13

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота  
study of a randomised controlled trial to investigate the effectiveness of using a humanoid robot to  
improve the social skills of children with autism spectrum disorder (Kaspar RCT): A study proto-  
col. *BMJ Open*, 2017, 7(6), 1–8.

Mundy P. The neural basis of social impairments in autism: The role of the dorsal medial-frontal  
cortex and anterior cingulate system. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disci-  
plines*, 2003, No. 44, 793–809.

Mundy P., Block J., Delgado C., Pomares Y., Vaughan A.H., Venezia M.P. Individual Differences  
and the Development of Joint Attention in Infancy. *Child Development*, 2007, 78(3), 938–954.

Mundy P., Card J., Fox N. EEG correlates of the development of infant joint attention skills. *Devel-  
opmental Psychology*, 2000, No. 36, 325–338.

Nagai Y., Hosoda K., Morita A., Asada M. A constructive model for the development of joint atten-  
tion. *Connection Science*, 2003. doi:10.1080/09540090310001655101

Petric F., Kovacic Z. Design and validation of MOMDP models for child-robot interaction within  
tasks of robot-assisted. ASD diagnostic protocol. *International Journal of Social Robotics*, 2019,  
No. 1–18. doi:10.1007/s12369-019-00577-0

Reddy V. A gaze at grips with me. In: A. Seemann (Ed.), *Joint attention: New developments in psy-  
chology, philosophy of mind, and social neuroscience*. Cambridge, MA: MIT Press, 2011. pp. 137–  
159.

Robins B., Dickerson P., Stribling P., Dautenhahn K. Robot-mediated joint attention in children with  
autism. A case study in robot-human interaction. *Interaction Studies*, 2004, 5(2), 161–198.

Sani-Bozkurt S., Bozkus-Genc G. Social Robots for Joint Attention Development in Autism Spec-  
trum Disorder: A Systematic Review. *International Journal of Disability, Development and Educa-  
tion*, 2021. doi:10.1080/1034912X.2021.1905153

Scaife M., Bruner J.S. The capacity for joint visual attention in the infant. *Nature*, 1975, 253(5489),  
265–266.

Scassellati B. Theory of mind for a humanoid robot. *Autonomous Robots*, 2002, No. 12, 13–24.

Scassellati B., Boccanfuso L., Huang C.M., Mademtzi M., Qin M., Salomons N., Shic F. Improving social skills in children with ASD using a long-term, in-home social robot. *Science Robotics*, 2018, 3(21), 1–9.

Siposova B., Carpenter M. A new look at joint attention and common knowledge. *Cognition*, 2019. doi:10.1016/j.cognition.2019.03.019

Slaughter V., McConnell D. Emergence of joint attention: Relationships between gaze following, social referencing, imitation, and naming in infancy. *The Journal of Genetic Psychology*, 2003, 164(1), 54–71. doi:10.1080/00221320309597503

Smith L., Ulvund L. The role of joint attention in later development among preterm children: Linkages between early and middle childhood. *Social Development*, 2003, 12, 222–234.

Tomasello M. Joint attention as social cognition. In: C. Moore, P. J. Dunham (Eds.), *Joint attention: Its origins and role in development*. 1995. pp. 103–130.

Tomasello M., Carpenter M., Call J., Behne T., Moll H. Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 2005, 28(5), 675–691. doi:10.1017/S0140525X05000129

Warren Z.E., Zheng Z., Swanson A.R., Bekele E., Zhang L., Crittendon J.A., Weitlauf A.F., Sarkar N. Can Robotic Interaction Improve Joint Attention Skills? *Autism Dev Disord*, 2015. doi:10.1007/s10803-013-1918-4

Zelazo P., Qu L., Muller U. Hot and cool aspects of executive function: Relations in early language development. *Young children's cognitive development: Interrelations among executive functioning, working memory, verbal ability and theory of mind*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2005, 71–93.

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота  
Поступила в редакцию: 30 ноября 2023 г. Дата публикации: 28 апреля 2024 г.

### Сведения об авторах

*Столярова Анастасия Николаевна.* Аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», проспект Вернадского, д. 82, 119571, г. Москва, Российская Федерация.

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», пл. Академика Курчатова, д. 1, 123182, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: [anastasiyas050298@gmail.com](mailto:anastasiyas050298@gmail.com)

### Ссылка для цитирования

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота. Психологические исследования. 2024. Т. 17, № 93. С. 7. URL: <https://psystudy.ru>

Адрес статьи: <https://doi.org/10.54359/ps.v17i93.1520>

### ***Stolyarova A.N.<sup>1,2</sup> Features of joint attention of a human and an anthropomorphic robot***

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration", Moscow, Russia

<sup>2</sup> National Research Center "Kurchatov Institute", Moscow, Russia

The aim of the article is to compare the process of joint attention between two individuals and between a person and an anthropomorphic robot. Various approaches to defining the concept of "joint attention" are outlined in the review. The peculiarities of the process of joint attention between humans are described: "low-level" and "high-level" joint attention, responding and initiating as forms of joint attention. Four modular components of joint attention according to Baron-Cohen are highlighted: intention detector, gaze direction detector, shared attention mechanism, Theory of Mind. Three main models of human joint attention are presented: universal cognitive, social-cognitive, and multiple-process models.

The article introduces the idea of distinctions in socio-cognitive processes from the second and third person perspectives by Gomez, Hobson, and Reddy, further developed by Siposova and Carpenter, who identified four levels of social attention: monitoring, joint, mutual, and collective. The main directions of research on

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота joint attention among humans are highlighted. It was found that the main advantages of using robots to study joint attention are anthropomorphism, the ability of robots to work autonomously and carry out both verbal and non-verbal communication, to attract and hold attention; the ability to both respond to joint attention and initiate it; the possibility of objective interpretation of stimuli.

The main disadvantages of anthropomorphic robots preventing them from becoming full-fledged co-agents with humans include noise, bulkiness, and lack of agility, as well as differences in facial expressions and movements from human counterparts, and insufficient decision-making abilities. The positive and negative impact of specific robot characteristics is linked to their ease in implementing the "ascending" mechanism of joint attention but facing significant challenges with the "descending" level in the current stage of development.

**Keywords:** joint attention process, anthropomorphic robots, advantages of robots, disadvantages of robots, interactivity

## References

Kotyusov A.I., Malykh S.B. The role of joint attention in the early development of social cognition. *Theoretical and Experimental Psychology*, 2021, 14(2), 6–24. (in Russian)

Kaku M. *The future of the mind*. Moscow: Alpina non-fiction Publ, 2018. (in Russian)

Shevel T.M., Falikman M.V. "Gaze prompting" as a key to mechanisms of joint attention: *Key findings in Cultural-Historical Psychology*, 2022, 18(1), 6–16, doi:10.17759/chp.2022180101. (in Russian)

Anzalone S.M., Tilmont E., Boucenna S., Xavier J., Jouen A.L., Bodeau N., Michelangelo Study Group. How children with autism spectrum disorder behave and explore the 4-dimensional (spatial 3D+ time) environment during a joint attention induction task with a robot. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2014, 8(7), 814–826.

Anzalone S.M., Xavier J., Boucenna S., Billeci L., Narzisi A., Muratori F., Chetouani M. Quantifying patterns of joint attention during human-robot interactions: An application for autism spectrum disorder assessment. *Pattern Recognition Letters*, 2019, No. 118, 42–50.

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота  
Baron-Cohen S. How to build a baby that can read minds: Cognitive mechanisms in mindreading.  
*Current Psychology of Cognition*, 1994, 13(5), 513–552.

Bellani M., Fornasari L., Chittaro L., Brambilla P. Virtual reality in autism: State of the art. *Epidemiology and Psychiatric Sciences*, 2011, 20(3), 235–238.

Botero M. Tactless scientists: Ignoring touch in the study of joint attention. *Philosophical Psychology*, 2016, 29(8), 1200–1214. doi:10.1080/09515089.2016.1225293

Breazeal C., Scassellati B. Infant-like social interactions between a robot and a human caregiver. *Adaptive Behavior*, 2000, 8(1), 49–74.

Brooks R., Meltzoff A.N. Connecting the dots from infancy to childhood: A longitudinal study connecting gaze following, language, and explicit theory of mind. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2015, No. 130, 67–78. doi:10.1016/j.jecp.2014.09.010

Bruner J.S. From communication to language – a psychological perspective. *Cognition*, 1974, 3(3), 255–287. doi:10.1016/0010-0277(74)90012-2

Campbell J. Joint attention: Communication and other minds. In: N.M. Eilan, C. Hoerl, T. McCormack, J. Roessler (Eds.), *Joint attention and common knowledge*. Oxford: Oxford University Press, 2005. pp. 287–297.

Campbell J. The Routledge handbook of collective intentionality. In: M. Jankovic, K. Ludwig (Eds.), *Joint attention*. New York: Routledge, 2018. pp. 115–129.

Cao W., Song W., Li X., Zheng S., Zhang G., Wu Y., Chen J. Interaction with social robots: Improving gaze toward face but not necessarily joint attention in children with autism spectrum disorder. *Frontiers in Psychology*, 2019, 10(1503), 1–10.

Geurts B. Communication as commitment sharing: speech acts, implicatures, common ground. *Theoretical Linguistics*, 2019, 45(1–2), 1–30. doi:10.1515/tl-2019-0001

Gómez J.C. Joint attention and the notion of subject: Insights from apes, normal children and children with autism. In: *Joint attention: Communication and other minds*. Oxford, England: Clarendon

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота  
Press, 2005. pp. 65–84.

Hobson R.P. What puts the jointness into joint attention? In: Joint attention: Communication and other minds. Oxford, England: Clarendon Press, 2005. pp. 185–204.

Hobson R.P., Hobson J.A. Engaging, sharing, knowing: Some lessons from research in autism. In: J. Zlatev, T. P. Racine, Ch. Sinha, E. Itkonen, The shared mind: Perspectives on intersubjectivity. Amsterdam, Netherlands: John Benjamins, 2008. pp. 67–88.

Huang C.M., Thomaz A.L. Effects of Responding to, Initiating and Ensuring Joint Attention in Human-Robot Interaction. Proceedings of IEEE RO-MAN, 2011. doi: 10.1109/ROMAN.2011.6005230

Imai M., Ono T., Ishiguro H. Physical relation and expression: joint attention for human – robot interaction. In: Proceedings of the 10th International Workshop on Robot and Human Communication. Bordeaux and Paris, France, 2001.

Imai M., Ono T., Ishiguro H. Physical Relation and Expression: Joint Attention for Human–Robot Interaction. Ieee transactions of industrial electronics, 2003, 50(4). doi:10.1109/ROMAN.2001.981955

Kozima H., Yano H. A robot that learns to communicate with human caregivers. In: Proceedings of the First International Workshop on Epigenetic Robotics. Lund, Sweden, 2001.

Kumazaki H., Yoshikawa Y., Yoshimura Y., Ikeda T., Hasegawa C., Saito D.N., Matsumoto Y. The impact of robotic intervention on joint attention in children with autism spectrum disorders. Molecular Autism, 2018, 9(46), 1–10.

Mengoni S.E., Irvine K., Thakur D., Barton G., Dautenhahn K., Guldborg K., Sharma S. Feasibility study of a randomised controlled trial to investigate the effectiveness of using a humanoid robot to improve the social skills of children with autism spectrum disorder (Kaspar RCT): A study protocol. BMJ Open, 2017, 7(6), 7–8.

Mundy P. The neural basis of social impairments in autism: The role of the dorsal medial-frontal cortex and anterior cingulate system. Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines. Психологические исследования 2023 Т 17 No. 93 <https://psystudy.ru>

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота  
*plines*, 2003, No. 44, 793–809.

Mundy P., Block J., Delgado C., Pomares Y., Vaughan A.H., Venezia M.P. Individual Differences and the Development of Joint Attention in Infancy. *Child Development*, 2007, 78(3), 938–954.

Mundy P., Card J., Fox N. EEG correlates of the development of infant joint attention skills. *Developmental Psychology*, 2000, No. 36, 325–338.

Nagai Y., Hosoda K., Morita A., Asada M. A constructive model for the development of joint attention. *Connection Science*, 2003. doi:10.1080/09540090310001655101

Petric F., Kovacic Z. Design and validation of MOMDP models for child-robot interaction within tasks of robot-assisted. ASD diagnostic protocol. *International Journal of Social Robotics*, 2019, No. 1–18. doi:10.1007/s12369-019-00577-0

Reddy V. A gaze at grips with me. In: A. Seemann (Ed.), *Joint attention: New developments in psychology, philosophy of mind, and social neuroscience*. Cambridge, MA: MIT Press, 2011. pp. 137–159.

Robins B., Dickerson P., Stribling P., Dautenhahn K. Robot-mediated joint attention in children with autism. A case study in robot-human interaction. *Interaction Studies*, 2004, 5(2), 161–198.

Sani-Bozkurt S., Bozkus-Genc G. Social Robots for Joint Attention Development in Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. *International Journal of Disability, Development and Education*, 2021. doi:10.1080/1034912X.2021.1905153

Scaife M., Bruner J.S. The capacity for joint visual attention in the infant. *Nature*, 1975, 253(5489), 265–266.

Scassellati B. Theory of mind for a humanoid robot. *Autonomous Robots*, 2002, No. 12, 13–24.

Scassellati B., Boccanfuso L., Huang C.M., Mademtzi M., Qin M., Salomons N., Shic F. Improving social skills in children with ASD using a long-term, in-home social robot. *Science Robotics*, 2018, 3(21), 1–9.

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота  
Siposova B., Carpenter M. A new look at joint attention and common knowledge. *Cognition*, 2019.  
doi:10.1016/j.cognition.2019.03.019

Slaughter V., McConnell D. Emergence of joint attention: Relationships between gaze following, social referencing, imitation, and naming in infancy. *The Journal of Genetic Psychology*, 2003, 164(1), 54–71. doi:10.1080/00221320309597503

Smith L., Ulvund L. The role of joint attention in later development among preterm children: Linkages between early and middle childhood. *Social Development*, 2003, 12, 222–234.

Tomasello M. Joint attention as social cognition. In: C. Moore, P. J. Dunham (Eds.), *Joint attention: Its origins and role in development*. 1995. pp. 103–130.

Tomasello M., Carpenter M., Call J., Behne T., Moll H. Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 2005, 28(5), 675–691.  
doi:10.1017/S0140525X05000129

Warren Z.E., Zheng Z., Swanson A.R., Bekele E., Zhang L., Crittendon J.A., Weitlauf A.F., Sarkar N. Can Robotic Interaction Improve Joint Attention Skills? *Autism Dev Disord*, 2015.  
doi:10.1007/s10803-013-1918-4

Zelazo P., Qu L., Muller U. Hot and cool aspects of executive function: Relations in early language development. *Young children's cognitive development: Interrelations among executive functioning, working memory, verbal ability and theory of mind*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2005, 71–93.

### Information about authors

*Stolyarova Anastasiya Nikolaevna*. PhD Student "Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration", 82, Vernadsky prospect, Moscow, 119571, Russian Federation  
National Research Center "Kurchatov Institute", 1, Akademika Kurchatova pl., Moscow, 123182, Russian Federation

E-mail: anastasiyas050298@gmail.com

Столярова А.Н. Особенности совместного внимания человека и антропоморфного робота

For citation: Stolyarova A.N. Features of joint attention of a human and an anthropomorphic robot. *Psikhologicheskie Issledovaniya*, 2024, Vol. 17, No. 93, p. 7. <https://psystudy.ru>