

АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ РОБОТА-АССИСТЕНТА В РАМКАХ РАЗРАБОТКИ СЦЕНАРИЕВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОБОТ – РЕБЕНОК

Е.С. Шандаров, А.Н. Зимина, П.С. Ермакова

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Описывается исследование одной из актуальных проблем социальной робототехники: взаимодействие андроидного робота с группой детей дошкольного возраста. Приводится краткий обзор текущего положения дел в сфере социальной робототехники и наиболее крупных проектов по взаимодействию робот – ребенок.

Key words: гуманоидные роботы, взаимодействие робот – ребенок, социальная робототехника.

THE BEHAVIOR ROBOT-ASSISTANT ANALYSIS WITHIN THE FRAMEWORK DEVELOPMENT SCENARIOS CHILD – ROBOT INTERACTION

E.S. Shandarov, A.N. Zimina, P.S. Ermakova

Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics

The article introduces research one of the current problems of social robotics: interaction between a humanoid robot and a group of preschool children. As can be seen from the brief review of the current situation in social robotics and most major projects for HRI, the ultimate goal of any such researches is to create the most comfortable and native child-robot interaction with minimum involvement from the operator. But it is impossible to reach this goal without considering the peculiarities of robotics platforms as well as human psychology. In childhood the human mind has a number of features that should be considered when conducting experiments and planning the scenario of interaction of a child with complex technology. Therefore, research in this area was used to develop scenarios of the experiment described in the article.

Key words: Humanoid robots, Child-robot interaction, Social robotics.

1. Введение

Когда ребенок находится во временной изоляции, например на диспансеризации, достаточно сложно обеспечить ему комфортное окружение и спланировать время продуктивно, включить обучающие занятия. К сожалению, не всегда можно привлечь к этому процессу людей, и не всегда это будет эффективно. Большинство детей

не чувствуют себя комфортно в присутствии посторонних людей. Но все дети любят игрушки. И социальная робототехника отвечает на вопросы, какой должна быть эта игрушка и как она должна взаимодействовать с ребенком.

Существует множество определений социального робота:

- Роботы, которые полагаются на человеческую особенность устанавливать эмоциональную связь с неодушевленными предметами, ведущими себя как живое существо [3].

- Роботы, находящиеся в социальной среде, которую они должны воспринимать и на которую они должны реагировать. Такие роботы должны быть способны различать других социальных агентов и различные объекты среды [7. Р. 145].

- Роботы, которые активно вовлечены в общение с человеком для удовлетворения внутренних социальных целей. Такие роботы требуют глубоко проработанной модели социального познания [4. Р. 168].

- Роботы, показывающие те или иные аспекты модели поведения человека и наличие интеллекта, требуемого для этого [5. Р. 574].

- Роботы, играющие ключевую роль в общении с человеком на равных [7. Р. 145].

Из определений ясно, что социальный робот должен обладать следующими характеристиками: воспринимать и выражать эмоции, распознавать подобных себе роботов и людей, поддерживать диалог вербально и невербально, поддерживать длительные отношения, обладать персональными качествами, характером, способностью обучаться и изучать новые модели поведения. Эти требования ставят следующие задачи перед социальной робототехникой:

- Уточнение моделей человеческого социального поведения, в частности: аффективные (эмоциональные) и когнитивные компоненты поведения, обучение и адаптация в социальном поведении, развитие интеллекта, презентация знаний и т.д.

- Социальные взаимодействия человека и робота (исследования, прогнозы, разработка этических норм и т.д.).

- Социальные взаимодействия между роботами (collaboration, взаимопомощь).

Для решения перечисленных задач необходимо проведение исследований и экспериментов, подготовка робототехнической платформы.

2. Предпосылки

2.1. Обзор проектов по взаимодействию робот – ребенок

Изучение взаимодействия робот – человек (HRI) является междисциплинарной областью и охватывает робототехнику, инженерию, программирование, психологию, лингвистику и другие дисциплины, исследующие социальное поведение и общение в естественных и искусственных системах. Но основная составляющая всё же та, которая изучает взаимодействие с человеком и предлагает наиболее удобный интерфейс взаимодействия с роботом для человека, а не техническую часть. Подобное взаимодействие сочетает в себе как вербальное, так и невербальное общение.

В [6. Р. 681] было предложено разделение социального взаимодействия человека с роботом на три категории: робото-центрированное, человеко-центрированное и робото-познавательное. Робото-центрированное взаимодействие означает, что робот – самостоятельное существо со своими целями и желаниями, и взаимодействие с человеком происходит только для достижения этих целей. Исследовательские задачи включают разработку сенсоромоторного управления и эмоциональных моделей поведения, а также системы мотивации для регулирования взаимодействий с окружающей средой. Человеко-центрированное взаимодействие в первую очередь решает вопросы того, как роботу выполнить свою задачу приемлемым и удобным образом для человека. Для этого нужно знать, как отреагирует человек на робота, каким должен быть интерфейс робот – человек вне зависимости от того, как устроен робот внутри. Робото-познавательное взаимодействие воспринимает робота как интеллектуальную систему, т.е. такую, которая принимает решения сама и способна находить решение задачи самостоятельно. Для этого типа характерны разработка познавательной архитектуры робота, использование алгоритмов машинного обучения [8].

Взаимодействие робот – ребенок, естественно, базируется на человеко-центрированном взаимодействии и Robot cognition-centred HRI. Примером тому могут послужить несколько проектов, предназначенных для исследования взаимодействия детей с роботами. Например, проекты «Аугога» и «ALIZ-E». В первом проекте изучается применение роботов в целях терапии и обучения детей-аутистов. В [6] было поставлено несколько экспериментов с разными платформами и соответственно разными типами взаимодействия робот – ре-

бенек. Исследователи приходят к выводу, что в случае с детьми-аутистами отношения робот – человек также эффективно, как и человек – человек. Во втором проекте изучается длительное взаимодействие с детьми, находящимися на диспансеризации. В статье [2] описываются адаптивные социальные модели и их реализация на роботе Aldebaran Robotics Nao. Так, например, робот запоминает, с кем из детей он уже общался, их лица, имена, возраст и другую информацию, чтобы в дальнейшем общении создавалось впечатление, что робот это не просто игрушка, а нечто обладающее сознанием и памятью. В общении робот выражает эмоции посредством поз и звуков, словарь робота понятен детям. Большинство детей воспринимало игру с Nao так же, как игру с другим ребенком, и, кроме того, всем детям нравилось общаться с роботом, многие из них отвечали роботу искренне на личные вопросы [1].

Еще один эксперимент CRI описан в статье [11]: дети 3–6 лет учат английские слова с роботом и без него. При работе с роботом использовались три формы обучения: прямое обучение, обучение с помощью поз, вербальное обучение. При прямом обучении изучаемое слово (обычно глагол) иллюстрировалось с помощью обучения робота движению (motion capture), олицетворяющему это слово. При обучении с помощью поз ребенок показывал роботу движение, соответствующее слову, а при вербальном обучении ребенку надо было дать роботу голосовую команду для просмотра движения. Для взаимодействия был также выбран Aldebaran Robotics Nao. Для начала было выявлено оптимальное количество детей в группе (10–15 человек). Эксперимент показывает, что обучение с роботом эффективнее на 30%. При этом наиболее интересной формой обучения оказалось прямое обучение.

В [10] описываются и другие сценарии взаимодействия робот – ребенок: «Повтори танец», игра «Simon says» (сделать то действие, которое говорит «Simon»), вопрос-ответ, когда робот задает вопрос и ждет ответа от ребенка. Все они лежат в основе разработки игровых сценариев для робота, который может принимать на себя разные роли (инструктор, компаньон и товарищ). Эксперименты были реализованы на Aldebaran Robotics Nao.

На основе рассмотренных проектов можно сделать вывод, что наиболее эффективно взаимодействуют с детьми андроидные роботы небольшой высоты (до 60 см). Ребенок симпатизирует такому роботу и обычно воспринимает его как игрушку или как равного

себе. Важным оказалось невербальное общение: чем больше динамики в движениях робота, тем они более понятны и запоминаемы. Во время взаимодействия робота с ребенком обязательно присутствие экспериментатора или наблюдателя (явное или неявное, через телеприсутствие). Но неясным остались моменты, связанные с речью. Каким должен быть голос и темп речи? Сможет ли робот быть лектором?

2.2. Робототехническая платформа Aldebaran Robotics Nao

Учитывая опыт описанных выше исследований, в эксперименте был использован робот Aldebaran Robotics Nao. Nao – прежде всего исследовательская платформа, использующаяся в более чем 550 университетах и лабораториях по всему миру. Это робот гуманоидного типа с 25 степенями свободы. Его высота 58 см, масса 4,3 кг. В стандартный комплект входят: 2 динамика, 4 микрофона, 2 камеры, гироскоп, акселерометр, 2 ИК-датчика и 2 ультразвуковых датчика. Робот оснащен процессором Intel Atom 1,6 ГГц, связаться с которым можно через IEEE 802.11g Wi-Fi или по Ethernet-кабелю. Управляется робот Linux-подобной системой, в которой есть модули синтеза голоса и распознавания речи. Nao имеет дружелюбный и даже игрушечный вид, что отлично подходит для взаимодействия робота с детьми [9].

Для создания сценариев был использован стандартный инструмент от Aldebaran Robotics – Choregraphe. Это визуальная среда разработки, позволяющая также создавать естественные движения. Behavior manager позволяет своевременно переключаться между сценариями в быстро меняющейся обстановке.

Таким образом, данная платформа обладает всем необходимым для быстрого прототипирования разработанного сценария и применения его на практике.

3. Методология проведения экспериментов и опросов у детей дошкольного возраста

Для проведения эксперимента с детьми дошкольного возраста, организации обратной связи и получения достоверных результатов необходимо знать ряд психологических и поведенческих особенностей детей этого возраста: низкий уровень сознания и самосознания;

познавательные процессы (внимание, память, восприятие, воображение) находятся на сравнительно низком уровне развития [12].

В ограниченных пределах дети могут оценить себя как личность начиная с 4–6 лет. Поэтому рекомендуется метод внешней экспертной оценки, используя в качестве экспертов взрослых людей, хорошо знающих данного ребенка (родители, учителя). Также взрослые люди могут помочь детям в понимании вопросов и суждений при применении опросников [16]. Каждый вопрос необходимо подробно и доступно объяснять ребенку.

Следует учитывать непостоянство внимания и повышенную утомляемость детей данного возраста. Поэтому эксперимент не следует делать слишком длинным. Оптимальным для детей дошкольного возраста считается время в пределах от одной до десяти минут [15]. Чем меньше возраст ребенка, тем более коротким оно должно быть.

Для получения достоверных результатов необходимо установление доброжелательного контакта и хорошего взаимопонимания между ребенком и экспериментатором. Для этого можно провести предварительную беседу или наблюдать за детьми в процессе игры. Все методы тестирования, предлагаемые дошкольникам, должны проходить один на один или в небольших группах детей, имеющих опыт коллективной работы [13].

Есть несколько методов исследования детей и их реакций: наблюдение, опрос или беседа, эксперимент и тестирование.

В научно-исследовательской работе с детьми эксперимент часто является одним из самых надежных методов получения достоверной информации о психологии и поведении ребенка, в особенности тогда, когда наблюдение затруднено, а результаты опроса могут оказаться сомнительными. Включение ребенка в экспериментальную игровую ситуацию позволяет получить непосредственные реакции ребенка на воздействующие стимулы и на основе этих реакций судить о том, что ребенок скрывает от наблюдения или не в состоянии вербализовать при опросе. Эксперимент в работе с детьми позволяет получить лучшие результаты тогда, когда он организован и проведен в форме игры или привычных для ребенка занятий: рисование, конструирование, отгадывание загадок и т.д. [14]. Поэтому сценарий эксперимента был спроектирован в виде обучающей сценарной игры. После игрового этапа было проведено анкетирование экспертов и детей (под наблюдением экспертов). У многих детей при за-

полнении тестов-опросников быстро наступает утомление от монотонной и однообразной деятельности, они невольно начинают изменять свои ответы или тестируемые действия, чтобы избавиться от пресыщения. Поэтому анкета для детей содержала всего три коротких вопроса и была выполнена в красочном варианте с картинками.

4. Сценарий взаимодействия и эксперименты

Целью исследования было определение оптимальных параметров сценариев взаимодействия ребенок – робот, верности использованных приемов, длительности постановочных реплик между действиями и т.д. Результатом исследования должна была стать модификация сценария для наилучшего взаимодействия между ребенком и роботом.

В качестве целевой аудитории было принято решение выбрать детей в возрасте от 3 до 6 лет. В этом возрасте дети, как правило, уже умеют считать «по пальцам руки», знают часть алфавита и достаточно свободно ведут себя с взрослыми. Кроме того, было принято решение взаимодействовать с группой детей одновременно, а не с одним ребенком, потому что в группе дети будут чувствовать себя более раскованно. Количество детей в группе составило пять человек. Возраст от четырех до пяти лет. Все дети в группе – девочки.

В качестве моделируемой была выбрана задача обучения детей устному счету. Для этого был разработан сценарий взаимодействия, представленный на рис. 1.

Для установления более тесного контакта с детьми и введения их в тему было подготовлено краткое лекционное вступление. Причем первую часть этого сообщения зачитывал один из авторов данной работы, имеющий опыт работы с детьми в качестве аниматора. Вторую часть презентации делал сам робот посредством своих голосовых возможностей. Кроме того, робот во время презентации активно жестикулировал. Предполагается, что это должно помочь установлению более близкого контакта между роботом и детьми.

После краткой презентации началась собственно основная часть эксперимента. На этом этапе участие взрослых было сведено к минимуму. Поскольку робот Naо имеет фактически только два канала взаимодействия с человеком, имеющих обратную связь: голосовые функции (синтез и распознавание) и тактильные сенсоры (руки, ноги, голова), было принято решение ввести в сценарий оба этих типа

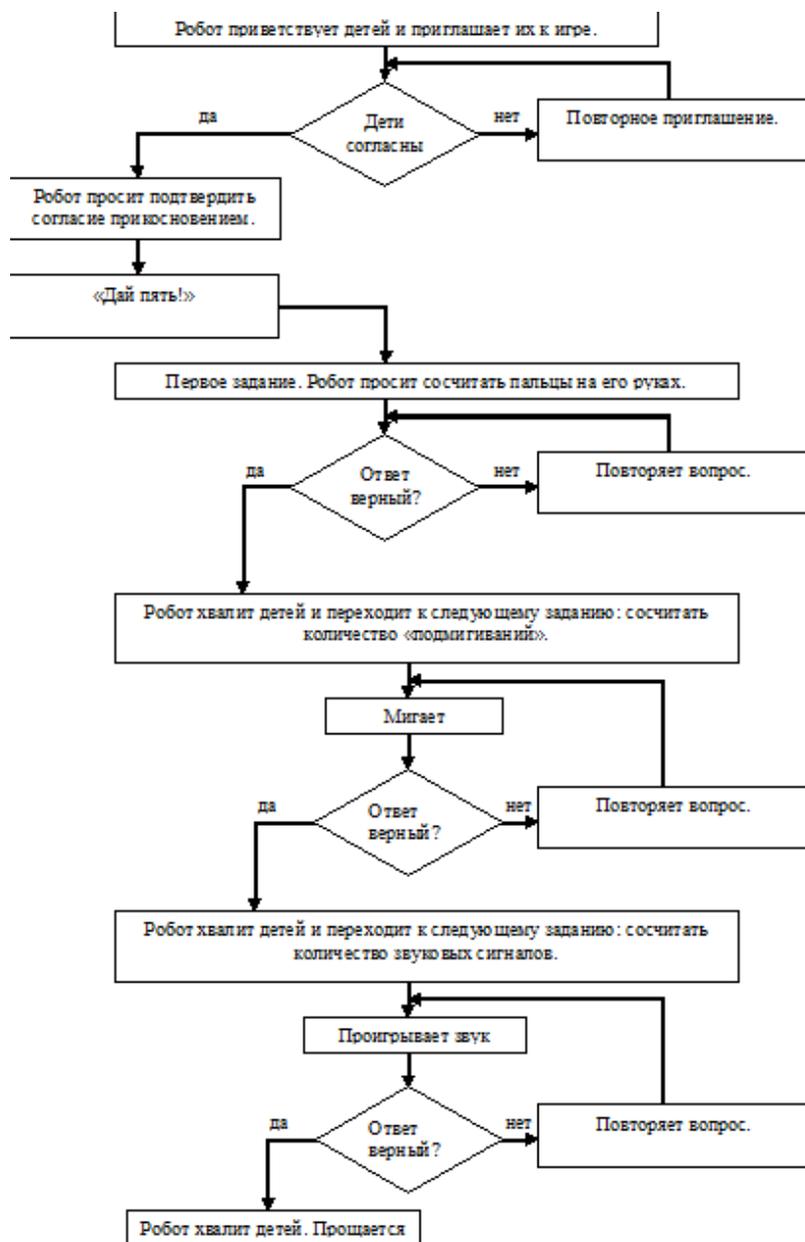


Рис. 1. Алгоритм взаимодействия робот – ребёнок

взаимодействия. Так, для усиления контакта в сценарии предусмотрен эпизод, когда роботу необходимо пожать протянутую руку, нажав, таким образом, на тактильный сенсор.

Как видно из сценария взаимодействия, общение состояло из трех частей. В первой части робот предлагал детям подсчитать количество пальцев на обеих его руках. Ответ необходимо было произнести голосом. Вторая часть была построена на том, что робот мигает глазами, а дети должны сосчитать количество этих сигналов и ответить на вопрос «Сколько раз я мигнул глазами?». Наконец, в третьей части детям предлагалось посчитать количество звуков. Роль взрослых на данном этапе сводилась лишь к помощи детям в выполнении заданий, например подсказка, что считать проще, загибая пальцы.

Следует отметить, что со всеми заданиями робота дети успешно справились. Затруднение вызвало лишь задание, когда количество превысило 7. Видимо, в этом возрасте проще считать по пальцам только одной руки.

По окончании основной части эксперимента детям были розданы анкеты для заполнения, содержащие три вопроса:

- Вам понравился робот?
- Кто интереснее рассказывает?
- Робот рассказывал понятно?

1. Вам понравился робот?



2. Кто интереснее рассказывал?



3. Робот рассказывал понятно?



Рис. 2. Анкета для детей

Конечно, в таком возрасте заполнение анкет дело совсем непривычное. Поэтому анкеты были выполнены с использованием не только текста, но и ярких картинок. Вид анкеты представлен на рис. 2.

При заполнении анкет детям активно помогали взрослые, объясняя суть вопросов. По окончании действия робот поблагодарил детей за участие в эксперименте и исполнил им короткий танец. Дети отметили выступление робота аплодисментами.

Взрослые, присутствовавшие на мероприятии, заполнили анкеты, содержащие следующие вопросы:

- Считаете ли Вы робота хорошим дополнением в образовательном процессе дошкольников?
- Как Вы считаете, насколько внимательно дети слушали робота?
- Интересен ли робот детям?
- Как Вы считаете, какие требования к роботу должны учитываться при взаимодействии робот – человек?

Весь эксперимент снимался на видео и фото для дальнейшего анализа.

5. Анализ эксперимента

По результатам проведенного эксперимента были получены в качестве материалов видеозапись и фотоизображения, заполненные анкеты детей и взрослых.

Был проведен анализ анкет взрослых. В опросе принимали участие 3 наблюдателя. По результатам анализа анкет можно сделать вывод, что робот интересен детям. Он дольше удерживает внимание ребенка (это же можно отметить и на видеозаписи: время концентрации на роботе больше, чем на человеке). Ребенок воспринимает робота как равного себе по возрасту, поэтому увеличивается процент запоминания информации по сравнению с преподавателем, с которым у детей большая разница в возрасте.

Также наблюдатели отметили, что, во-первых, интонация голоса робота должна быть мягче, а голос более похож на человеческий, таким образом, дети будут лучше понимать робота. Во-вторых, в общении с ребенком робот должен говорить на его «языке», необходимо избегать формальных фраз, а словарный запас робота должен ограничиваться бытовыми и знакомыми словами для дошкольников.

И, наконец, очень важно тактильное взаимодействие с роботом, необходимо вводить элементы интерактива, а также больше движений робота во время диалога (мимика, жесты).

Кроме этого, были отмечены следующие проблемы:

- Распознавание речи. Дети плохо выговаривают слова, и робот не всегда правильно понимает сказанное.

- Короткий сценарий обучения. Как оказалось, три примера по математике – это слишком мало.

- Положение робота. Во время эксперимента робот стоял на столе, вследствие этого дети не воспринимали его наравне, и им сложно было дотянуться, когда робот попросил «Дай мне пять».

Можно добавить, что взрослые относятся к роботу с некоторой опаской и воспринимают его только как дополнение к преподавателю в образовательном процессе.

Поскольку при заполнении анкет детьми им активно помогали взрослые, мы сразу предположили, что результаты этого опроса не будут достоверными. С одной стороны, помощь взрослых была просто необходима, потому что дети не умеют читать, с другой стороны, своей помощью взрослые фактически навязывали ответы детям. Кроме того, как мы увидели, три варианта ответов не самый лучший подход для ребенка. Ему проще давать односложные ответы. Таким образом, из всех анкет мы получили идентичные отзывы:

- робот понравился всем детям;
- робот интереснее рассказывал о себе, чем человек о нем;
- робот рассказывал понятно всем детям.

Несмотря на нерелевантные результаты анкетирования, эта часть эксперимента была важна: она стала как бы продолжением игры с детьми, закрепив в памяти изображение робота и его функции.

Итак, по результатам анализа были сделаны следующие выводы. В целом сценарий взаимодействия выбран правильно, поскольку все дети активно участвовали в процессе, давали правильные ответы и не показывали беспокойства от общения с роботом. Предварительная презентация необходима, но ее продолжительность должна быть сокращена, кроме того, целесообразна модификация текста презентации в сторону большей «детскости», в презентации возможно и желательно использовать взаимодействие робота со слушателями, например с помощью тактильных сенсоров.

Количество заданий, которые робот дает детям, видимо оптимально: дети не выглядят уставшими, проявляют живой интерес.

При взаимодействии в качестве канала обратной связи необходимо использовать варианты, лишенные недостатков голосового управления (низкая помехозащищенность, неточность распознавания, долгое время отклика), возможно, целесообразно было бы использовать возможности технического зрения робота. Вместо заполнения анкет после презентации детям целесообразно раздать информационные материалы, например постер с изображением робота и его мнемонически отображенными функциями.

6. Выводы

В статье дан обзор исследований в одной из областей робототехники – взаимодействие робот – ребенок. Также был описан эксперимент по взаимодействию с детьми дошкольного возраста.

Представлен эксперимент, состоящий из двух частей. Первая часть – ознакомление с роботом – является пассивной. Вторая – активное обучение в игровой форме. В ходе анализа эксперимента были определены новые вызовы, которые будут исследованы в следующих работах. Прежде всего, необходимо найти новые варианты обратной связи, лишенные недостатка низкой помехозащищенности голосового ввода, пополнить базу сценариев. Далее нужно провести серию дополнительных тестов и экспериментов, чтобы составить адекватную статистическую картину разработанных сценариев.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Baxter P., Belpaeme T., Canamero L. et al.* Long-Term Human-Robot Interaction with Young Users // In: ACM/IEEE Human-Robot Interaction 2011 Conference (Robots with Children Workshop).
2. *Belpaeme T., Baxter P., Wood R.* Multimodal Child-Robot Interaction: Building Social Bonds // *Journal of Human-Robot Interaction*. 2012. Vol. 1:2. P. 33–53.
3. *Breazeal C.* Designing sociable robots. Cambridge, MA: MIT Press, 2002.
4. *Breazeal C.* Towards sociable robots // *Robot. Auton. Syst.* 2003. Syst. 42. P. 167–175. (doi:10.1016/S0921-8890(02)00373-1).
5. *Dautenhahn K.* The art of designing socially intelligent agents—science, fiction, and the human in the loop // In: *Appl. Artif. Intell.* 1998. Vol. 12. P. 573–617. (doi:10.1080/088395198117550).
6. *Dautenhahn K.* Socially intelligent robots: dimensions of human–robot interaction // *Phil. Trans. R. Soc. b* 362 (1480). P. 679–704. doi:10.1098/rstb.2006.2004.2007.
7. *Fong T., Nourbakhsh I., Dautenhahn K.* A survey of socially interactive robots // *Robot. Auton. Syst.* 2003. № 42. P. 143–166. (doi:10.1016/S0921-8890(02)00372-X).
8. *Klingspor V., Demiris Y., Kaiser M.* Human-Robot-Communication and Machine Learning // *Applied Artificial Intelligence*. 1997. Vol. 11. P. 719–746.

9. *Nalin M., Bergamini L., Giusti A. et al.* Children's perception of a robotic companion in a mildly constrained setting: How children within age 8–11 perceive a robotic companion // In: Proceedings of the Children and Robots workshop at the IEEE/ACM International Conference on Human-Robot Interaction (HRI2011). Lausanne, Switzerland, 2011.
10. *Ros Espinosa R., Nalin M., Wood R. et al.* Child-robot interaction in the wild: Advice to the Aspiring Experimenter // In: Proceedings of the ACM International Conference on Multi-modal Interaction. Valencia, Spain, 2011. P. 335–342.
11. *Tanaka F., Matsuzoe S.* Children teach a care-receiving robot to promote their learning: field experiments in a classroom for vocabulary learning // Journal of human-robot interaction. 2012. Vol. 1. P. 78–95.
12. *Валлон А.* Психическое развитие ребенка. М.: Просвещение, 1967. 125 с.
13. *Выготский Л.С.* Педагогическая психология / под ред. В.В. Давыдова. М.: Педагогика-Пресс, 1996. 536 с.
14. *Дружинин В.Н.* Экспериментальная психология. 6-е изд., перераб. и доп. СПб.: Питер, 2000. 320 с.
15. *Эльконин Д.Б.* Детская психология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ред.-сост. Б.Д. Эльконин. 4-е изд., стер. М.: Изд. центр «Академия», 2007. 384 с.
16. *Эльконин Д.Б.* Психическое развитие в детских возрастах / под ред. Д.И. Фельдштейна; вступ. статья Д.И. Фельдштейна. 2-е изд. М.: Институт практической психологии; Воронеж: НПО «МОДЕК», 1997. 416 с.