

УДК 616.899-053.2

**Мобильное приложение для формирования навыков
распознавания и выражения эмоций у детей с расстройствами
аутистического спектра: проблемы и принципы создания¹**

Меснянкина Кира Константиновна

Независимый исследователь,
Ростов-на-Дону;
e-mail: k.mesnyankina@yandex.ru

Сарелайнен Александра Игоревна

Старший преподаватель,
Академия психологии и педагогики, Южный федеральный университет,
344038, Российская Федерация, Ростов-на-Дону, ул. Нагибина, 13;
e-mail: saartavalla@mail.ru

Анищенко Сергей Иванович

Научный сотрудник,
Академия биологии и биотехнологии, Южный федеральный университет,
344090, Российская Федерация, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/1;
e-mail: sianishenko@sfnu.ru

Калинин Константин Борисович

Младший научный сотрудник,
Академия биологии и биотехнологии, Южный федеральный университет,
344090, Российская Федерация, Ростов-на-Дону, пр. Стачки 194/1;
e-mail: koster-mobile@mail.ru

Аннотация

В статье обобщен опыт создания технического средства для обучения детей с расстройствами аутистического спектра распознаванию эмоций по лицевой экспрессии и формированию навыков выражения эмоций с помощью мимики, реализованного в виде

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда в рамках научного проекта №15-36-01343. Работа частично поддержана грантом ЮФУ № 213.01-2014/001 ВГ и Министерства образования и науки РФ № 213.01-11/2014-30.

приложения для мобильных устройств. В статье проанализированы проблемы создания такого приложения и предложены варианты решений, в частности обучение детей с аутизмом визуальной стратегии распознавания и формированию моторного стереотипа выражения эмоций. Проанализированы сложности и предложены варианты решений: обучение детей с аутизмом визуальной стратегии распознавания эмоций, формирование моторных стереотипов выражения эмоций и другие. В качестве теоретического основания разработки используется понятие когнитивных схем эмоций Е.П. Ильина. Приложение отвечает особенностям психической сферы детей с расстройствами аутистического спектра и требованиям к организации их обучения.

Для цитирования в научных исследованиях

Меснянкина К.К., Сарелайнен А.И., Анищенко С.И., Калинин К.Б. Мобильное приложение для формирования навыков распознавания и выражения эмоций у детей с расстройствами аутистического спектра: проблемы и принципы создания // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2016. Том 5. № 5А. С. 138-150.

Ключевые слова

Расстройства аутистического спектра, распознавание эмоций, выражение эмоций, технические средства обучения, мобильное приложение.

Введение

В данной статье описаны особенности создания мобильного приложения (далее Приложение) для развития навыков распознавания эмоций по лицевой экспрессии и выражения эмоций с помощью мимики у детей с расстройствами аутистического спектра (РАС).

Исследование аутизма и создание эффективных методов диагностики и коррекции – одна из важных задач, стоящих перед учеными и практиками, поскольку количество людей с данным нарушением продолжает расти. В 2008 году распространенность аутизма в детской популяции составляла 1 из 88, согласно последнему отчету Центра по контролю заболеваемости и профилактике США (CDC) эта цифра составляет 1 из 68 [Christensen et al., 2016].

Распознавание эмоций по лицу партнера по коммуникации и выражение эмоций с помощью мимики играют важную роль в социализации и впервые появляются в младенчестве как форма обеспечения контакта между матерью и ребенком. Сегодня формирование и улучшение этих навыков рассматривается как перспективное направление в терапии аутизма, которому посвящено большое количество исследований [Cockburn, Bartlett, Tanaka, Movellan, Pierce, Schultz, 2008; Tanaka, Wolf, Klaiman, Koenig, Cockburn, Herlihy, Brown, Stahl, Kaiser, Schultz, 2010; Wass, Porayska-Pomsta, 2013].

Согласно результатам исследований [Grynszpan, Weiss, Perez-Diaz, Gal, 2014], обучение людей с РАС имеет большую эффективность, когда реализуется при помощи технических средств. В силу психологических особенностей взаимодействие с техникой является для людей с РАС более простым, чем выстраивание контакта с реальным человеком.

Разработка и применение компьютерных программ и мобильных приложений для развития, коррекции поведения, адаптации людей с РАС и фасилитации их коммуникации с окружающими – относительно новое направление в науке и практике [Cockburn, Bartlett, Tanaka, Movellan, Pierce, Schultz, 2008; Wass, Porayska-Pomsta, 2013].

Особенности детей с расстройствами аутистического спектра

Дети с РАС обладают рядом психических, психофизиологических, психологических особенностей, которые необходимо учитывать при формировании навыков распознавания и выражения эмоций. Использование для этих целей технического средства предполагает, что его дизайн также должен быть ориентирован на особенности пользователей.

Одним из диагностических критериев РАС является нарушение социальной коммуникации [American Psychiatric Association..., 2000]. Это проявляется в отсутствии стремления вступить во взаимодействие с другими людьми, в избегании зрительного контакта. Несмотря на это, результаты исследований показывают, что дети с РАС способны к распознаванию лиц и их выражений. Однако затрудненность зрительного контакта приводит к избеганию зоны глаз, и при распознавании лица дети обращают внимание на иные его участки, в основном на нижнюю часть [Joseph, Tanaka, 2003; Klin, Jones, Schultz, Volkmar, Cohen, 2002].

В силу невовлеченности в социальное взаимодействие и слабости механизма имитации, дети с аутизмом не усваивают социального значения воспринимаемых ими признаков лицевой экспрессии, не наделяют их эмоциональным значением и не формируют общепринятых в культуре способов выражения эмоций. Дополнительную сложность при обучении детей с аутизмом создает их чрезвычайно детализированное восприятие в сочетании со слабой способностью к обобщению и абстрагированию. Это затрудняет выделение общих черт при восприятии ряда частных случаев. Следствием данных особенностей является проблема переноса навыков [Гилберг, 1998], которая проявляется при обучении людей с РАС.

Суммируя сказанное выше, можно сделать вывод, что при создании метода формирования навыков распознавания и выражения эмоций необходимо принимать во внимание следующие особенности детей с РАС:

- характеристики восприятия: фрагментарность, преобладание визуального канала, чувствительность к изменениям объекта и условий восприятия;
- характеристики мышления: слабость операций обобщения, абстрагирования, наглядно-образное мышление;

– особенности коммуникации: сложности установления контакта с другим человеком, нарушение социальной коммуникации и сложность выстраивания взаимодействия с другим человеком, слабость имитации.

Психологические принципы работы приложения

Приложение разработано и технически реализовано с учетом идей Е.П. Ильина. С его точки зрения, «для распознавания и идентификации паттернов лицевой экспрессии человек использует два канала – зрительный и проприоцептивный, оценивающий паттерны собственной лицевой экспрессии и служащий обратной связью (подкреплением) реакции на информацию со зрительного канала» [Ильин, 2001]. Таким образом, навыки распознавания эмоций по лицевой экспрессии и выражения эмоций с помощью мимики должны рассматриваться как части одной системы. При зрительном восприятии экспрессии на лице субъект получает визуальную информацию о составляющем ее наборе признаков. При наличии тренировки возможна идентификация эмоции только на основе данной информации. Однако результаты наблюдений за группой детей с РАС, полученные в ходе тестирования, показывают, что даже без прохождения специального обучения дети пытаются повторить на собственном лице то, что видят на карточке с изображением эмоции, прежде чем идентифицировать ее. Это подтверждает тезис Е.П. Ильина о том, что информация проприоцептивного канала служит подкреплением реакции на информацию зрительного канала. Можно сделать вывод, что для формирования и закрепления навыка распознавания эмоций в обучении необходимо задействовать оба канала: зрительный и проприоцептивный.

Этот принцип реализован с помощью включения в Приложение двух типов заданий: требующих в большей степени использования зрительного канала (распознавание эмоций) и ориентированных на использование проприоцептивного канала (выражение эмоций с помощью мимики).

В рамках данного исследования также была выдвинута гипотеза о том, что использование проприоцептивной информации об эмоции в виде закрепленных обучением моторных стереотипов поможет решению проблемы переноса навыков.

Способность считывать и интерпретировать выражение лица другого человека складывается из нескольких этапов (данная прикладная модель процесса считывания и интерпретации эмоций выстроена с опорой на работы Е.П. Ильина):

1. восприятие мимических движений на лице партнера;
2. определение увиденного в качестве эталонного образования – признака;
3. подкрепление информации визуального канала проприоцептивной, что требует умения выстроить на собственном лице выражение соответствующей эмоции (последнее предполагает наличие у наблюдателя набора моторно-кинестетических эталонов эмоций);

4. сопоставление совокупности наблюдаемых признаков со схемой (название четвертого этапа позаимствовано у Е.П. Ильина, из определения когнитивной схемы эмоций) [Ильин, 2001];

5. обозначение полученной информации, т. е. идентификация эмоции.

Идентификация эмоций происходит благодаря сопоставлению совокупности воспринятой информации (признаков, наблюдаемых на лице другого человека, и проприоцептивных сигналов) со схемой. Е.П. Ильин называет данное образование «когнитивной схемой эмоций». Однако характерной особенностью людей с РАС является слабость процессов обобщения и абстрагирования, которые необходимы для формирования «когнитивной схемы», т. е. эталонов, с которыми ребенок мог бы производить сравнение получаемой сенсорной информации.

Решением данной проблемы является обучение на основе многообразного стимульного материала, с одной стороны, различающегося по сложности: степени детализированности и уровню абстрагированности, от фотографий лиц людей до контурных рисунков эмоций; с другой – включающего в рамках одного типа изображений несколько вариантов презентации эмоции.

Как было упомянуто ранее, для людей с РАС характерна фрагментарность восприятия лица другого человека, в том числе избегание определенных участков (глаз, верхней части лица). Эта особенность осложняет распознавание эмоции или делает его невозможным, так как предотвращает восприятие некоторых значимых элементов эмоциональной экспрессии. Например, согласно EMFACS (Emotional Facial Action Coding System) П. Экмана, выражение гнева включает определенный набор движений мышц бровей, глаз и рта [Friesen, Ekman, 1983]. Если восприятие ограничено только нижней частью лица, то данная экспрессия может быть спутана с грустью или отвращением.

Для решения этой проблемы при формировании навыка распознавания эмоций в Приложении реализуется принцип поэтапного восприятия. Этот принцип заключается в том, что с помощью специальных визуальных средств внимание пользователя последовательно направляют на значимые для распознавания эмоций участки лица. Другими словами, вместо одновременного целостного восприятия ребенка обучают правилам последовательного «чтения» (сукцессивного восприятия) признаков эмоции с определенных участков лица, т. е. визуальной стратегии распознавания.

Описание приложения

В рамках проекта разработано мобильное приложение для планшетного ПК под управлением операционной системы iOS, предназначенное для обучения ребенка с РАС визуальной стратегии распознавания эмоций по лицевой экспрессии и выражения эмоций с помощью визуально-моторного тренинга с механизмом обратной связи.

В Приложении использован набор базовых, согласно работам П. Экмана, эмоций (за исключением презрения): радость, удивление, страх, злость, отвращение, грусть [Ekman, 2003]. Презрение выражает моральную оценку и относится к сфере социальных отношений, отсутствие понимания которых является диагностическим признаком РАС. П. Экман следующим образом описывает эту эмоцию: «Презрение можно испытывать только к людям или их поступкам, ... так как в презрении имеется элемент снисходительности по отношению к тем, кто это презрение вызывает» [Ekman, 1975, 67].

Контент для Приложения специально разработан с учетом особенностей и потребностей детей с РАС. Он включает четыре типа изображений: схематические (контурные) черно-белые изображения эмоции, схематические цветные изображения (пиктограммы), изображения 3D-модели лица, специально созданные для Приложения, фотографии из базы WSEFEP (Warsaw Set of Emotional Facial Expression Pictures) [Olszanowski, Pochwatko, Kukliński, Ścibor-Rylski, Lewinski, Ohme, 2015]. Таким образом, пользователь имеет возможность тренировать навыки распознавания эмоций на нескольких вариантах материала разного уровня сложности.

Приложение включает два блока: один из них направлен на обучение навыкам распознавания эмоций по лицевой экспрессии, другой – на формирование навыков выражения эмоций с помощью мимики. Первый блок задействует визуальный канал восприятия, второй в большей степени ориентирован на использование проприоцептивной информации и представляет собой блок моторной тренировки. Обучение двум навыкам на базе одного приложения реализует идеи Е.П. Ильина и является достаточно уникальным решением, так как большинство существующих технических средств обучения (TheTransporters, SmileMaze, JeStiMulE и др.) сконцентрированы только на навыке распознавания эмоций [Golan, Ashwin, Granader, McClintock, Day, Leggett, Baron-Cohen, 2010; Cockburn, Bartlett, Tanaka, Movellan, Pierce, Schultz, 2008; Hun, Thümmler, Askenazy, Serret, 2016].

Первый блок Приложения выстроен таким образом, чтобы при его использовании у ребенка формировалась стратегия рассматривания лица с фокусом на участках, значимых для распознавания эмоций. Презентация эмоции в первом блоке происходит в форме последовательного показа изображений с дифференцированным представлением значимых элементов этой эмоции. Изображения выстроены в следующем порядке:

- а) лицо, выражающее эмоцию (рис. 1а);
- б) то же изображение, но замутненное почти полностью, с единственной четкой зоной; таким образом, с помощью изменения четкости изображения в центр внимания помещается значимый элемент экспрессии в нижней части лица – рот (рис. 1б);
- в) значимый элемент дополнительно выделяется контуром (рис. 1в);
- г) с помощью изменения четкости изображения в центр внимания помещается верхняя часть лица (для отвращения – средняя) (рис. 1г);
- д) значимый элемент(ы) дополнительно выделяется контуром (рис. 1д);

е) изображение демонстрируется полностью, вместе с наложенными контурами значимых элементов и обозначением эмоции (рис. 1е). Обозначение двойное: словесное (название) и пиктографическое (эмотикон).

Далее на экране появляется изображение лица, выражающего ту же эмоцию, которая демонстрировалась ранее, и шесть вариантов ответов (рис. 1ж). В случае правильного выбора пользователь получает положительное звуковое и визуальное подкрепление, в случае неправильного выбора – отрицательное. Таким образом, происходит проверка факта установления связи между образом, представляющим собой конфигурацию признаков экспрессии эмоций, и знаком – названием эмоции. Описанный способ презентации изображений позволяет формировать у ребенка с РАС визуальную стратегию распознавания эмоции.

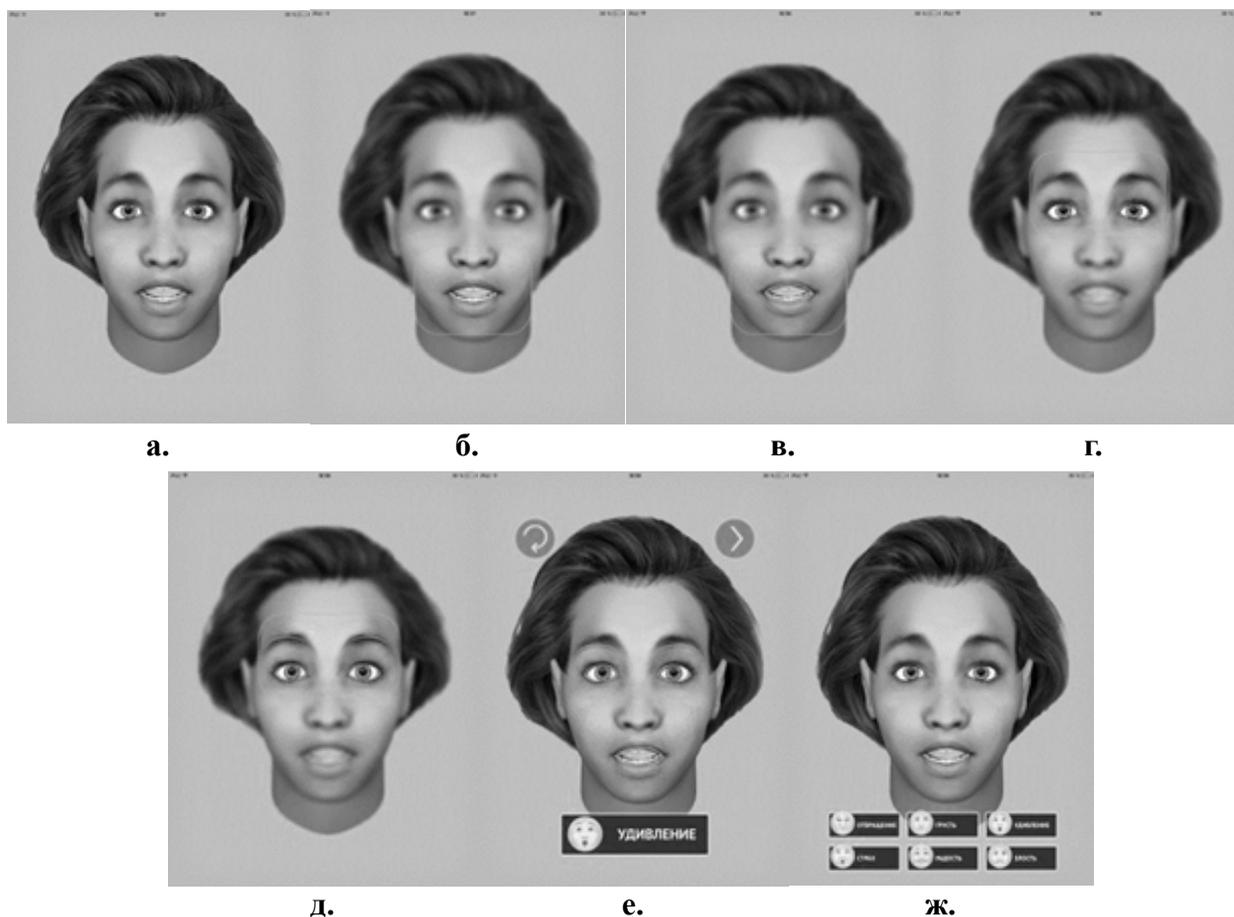


Рисунок 1. Презентация эмоции в форме последовательного показа изображений с дифференцированным представлением значимых элементов (а-ж)

Второй блок Приложения направлен на формирование навыков выражения эмоций с помощью мимики. При нормативном развитии ребенок усваивает способы выражения эмоций путем моторной кинестетической имитации поведения взрослых, как правило, это происходит стихийно [Лабунская, 1986]. Для детей с РАС этот способ обучения оказывается малодоступен, поэтому во втором блоке используется метод визуально-моторного тренинга с механизмом обратной связи. Система обратной связи реализована

в виде визуальных подсказок. Задача пользователя – выстроить выражение своего лица в соответствии с образцом и сделать фотографию (рис. 2а). Программа производит дифференцированный анализ элементов выражения лица. При наличии ошибочного выполнения элемента пользователю демонстрируется визуальная динамическая подсказка (рис. 2б), показывающая, как нужно изменить выражение лица, чтобы оно соответствовало образцу, например опустить уголки рта. Благодаря такой организации блока у пользователя происходит формирование моторного кинестетического стереотипа демонстрации эмоций.



Рисунок 2. Реализация метода визуально-моторного тренинга. На экране присутствует образец эмоции и окно камеры (а). Система обратной связи реализована в виде визуальных подсказок (б)

В рамках проекта был разработан алгоритм оценки мимического выражения ребенка в процессе имитации эмоционального выражения лица [Попова, 2016].

Помимо двух обучающих блоков в Приложении представлены два типа игровых упражнений: тест, мозаика. Их задачей является тренировка выработанных схем восприятия и распознавания на разнообразных примерах выражения эмоции. В упражнении «Тест» пользователю представляется изображение и шесть вариантов ответа. Задача – правильно идентифицировать эмоцию. В Приложение могут быть загружены любые изображения, в том числе фотографии членов семьи ребенка. В упражнении «Мозаика» пользователю предлагается собрать изображение определенной эмоции (например, удивления) из набора элементов. В наборе для каждого задания присутствуют элементы не только требуемой эмоции, но и

других. «Мозаика» имеет два уровня сложности: на первом необходимо собрать схематическое (контурное) изображение эмоции, на втором – изображение 3D-модели лица.

Приложение имеет адекватный потребностям детей с РАС интерфейс. Оперирование Приложением в том числе доступно детям, которые не умеют читать.

Заключение

Приложение адаптировано к особенностям детей с РАС, включая особенности их обучения, и выстроено согласно закономерностям функционирования процессов распознавания и выражения эмоций.

Приложение решает следующие задачи:

1. формирование визуальной стратегии декодирования мимических движений;
2. формирование визуального набора признаков лицевой экспрессии шести базовых эмоций;
3. формирование моторных, кинестетических эталонов эмоций с помощью визуально-моторного тренинга с механизмом обратной связи (контроль-оценка-коррекция);
4. формирование языковых знаков, их акустических и/или графических образов для обозначения эмоций.

Второй и четвертый пункты участвуют в формировании когнитивной схемы эмоций. Несмотря на то, что в работах Е.П. Ильина не утверждается явно, что проприоцептивная информация входит в когнитивную схему, авторы делают вывод о том, что моторный стереотип выражения эмоции, основанный на получении этого типа информации, является необходимым элементом схемы.

Приносим благодарности дизайнерам, работавшим над проектом: Дине Тухватулиной и Михаилу Канину.

Библиография

1. Гилберг К., Питерс Т. Аутизм: медицинские и педагогические аспекты. СПб.: ИСПиП, 1998. 124 с.
2. Ильин Е.П. Эмоции и чувства. СПб.: Питер, 2001. 749 с.
3. Лабунская В.А. Невербальное поведение (социально-перцептивный подход). Ростов: Издательство Ростовского университета, 1986. 135 с.
4. Попова А.В., Меснянкина К.К., Калинин К.Б., Анищенко С.И. Обучающее приложение с элементами распознавания выражений лиц для детей с расстройствами аутистического спектра // Сборник трудов XXIII научной конференции СИТО. Ростов-на-Дону, 2016. С. 200-203.
5. American Psychiatric Association Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Washington, DC: American Psychiatric Association, 2000. 980 p.

6. Christensen D.L., Baio J., Braun K.V., et al. (2016) Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years – Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2012 // *MMWR Surveillance Summaries*. 2016. No. 65(3). P. 1-23.
7. Cockburn J., Bartlett M., Tanaka J., Movellan J., Pierce M., Schultz R. Smilemaze: A tutoring system in real-time facial expression perception and production in Children with Autism Spectrum Disorder // *Proceedings from the IEEE international conference on automatic face & gesture recognition (peer-reviewed conference proceeding)*. 2008. P. 978-986.
8. Ekman P. *Emotions Revealed: Recognizing Faces and Feelings to Improve Communication and Emotional Life*. Times Books, 2003. 288 p.
9. Ekman P., Friesen W.V. *Unmasking the Face*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1975. 232 p.
10. Friesen W., Ekman P. *EMFACS-7: Emotional Facial Action Coding System*. San Francisco, CA: University of California, 1983. 512 p.
11. Golan O., Ashwin E., Granader Y., McClintock S., Day K., Leggett V., Baron-Cohen S. Enhancing emotion recognition in children with autism spectrum conditions: an intervention using animated vehicles with real emotional faces // *Journal of Autism Developmental Disorder*. 2010. No. 40 (3). P. 269-279.
12. Grynszpan O., Weiss P.L., Perez-Diaz F., Gal E. Innovative technology-based Interventions for autism spectrum disorders: A meta-analysis // *Autism*. 2014. No. 18 (4). P. 346-361.
13. Hun S., Thümmler S., Askenazy F., Serret S. Emotional Lexicon in Autism Spectrum Disorders: Impact of Emotion Recognition Training with a Serious Game // *Austin Journal of Autism & Related Disabilities*. 2016. No. 2 (1). P. 1015.
14. Joseph R.M., Tanaka J. Holistic and part-based face recognition in children with autism // *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2003. No. 44 (4). P. 529-542.
15. Klin A., Jones W., Schultz R., Volkmar F., Cohen D. Visual Fixation Patterns during Viewing of Naturalistic Social Situations as Predictors of Social Competence in Individuals with Autism // *Archives of General Psychiatry*. 2002. No. 59. P. 809-816.
16. Olszanowski M., Pochwatko G., Kukliński K., Ścibor-Rylski M., Lewinski P., Ohme R. Warsaw set of emotional facial expression pictures: a validation study of facial display photographs // *Frontiers in Psychology*. 2015. No. 5. P. 1516.
17. Tanaka J.W., Wolf J.M., Klaiman C., Koenig K., Cockburn J., Herlihy L., Brown C., Stahl S., Kaiser M.D., Schultz R.T. Using computerized games to teach face recognition skills to children with autism spectrum disorder: The Let's Face It! Program // *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2010. No. 51 (8). P. 944-952.
18. Wass S.V., Porayska-Pomsta K. The uses of cognitive training technologies in the treatment of autism spectrum disorders // *Autism*. 2013. No. 18 (8). P. 851-871.

Application for teaching emotion recognition and facial expression production skills to children with autism spectrum disorder: issues and principles of creation

Kira K. Mesnyankina

Independent researcher,
Rostov-on-Don;
e-mail: k.mesnyankina@yandex.ru

Aleksandra I. Sarelainen

Assistant professor,
Academy of Psychology and Pedagogy, Southern Federal University,
344038, 13 Nagibina st., Rostov-on-Don, Russian Federation;
e-mail: saartavalla@mail.ru

Sergei I. Anishchenko

Research associate,
Academy of Biology and Biotechnology, Southern Federal University,
344090, 194/1 Stachki ave., Rostov-on-Don, Russian Federation;
e-mail: sianishenko@sfedu.ru

Konstantin B. Kalinin

Junior research associate,
Academy of Biology and Biotechnology, Southern Federal University,
344090, 194/1 Stachki ave., Rostov-on-Don, Russian Federation;
e-mail: koster-mobile@mail.ru

Abstract

The article summarizes the experience of creating a technology-based intervention for teaching facial expression recognition to children with autism spectrum disorder and for training facial expression production in children with autism, implemented in the form of application. The article analyzes issues of creating such an application and provides some solutions: teaching children with autism a visual recognition strategy, formation of a motor stereotype of facial expression production and others. As a theoretical foundation of application design the authors use the concept of cognitive schemes of emotions by E.P. Ilyin. The

application meets perceptual, behavioral and cognitive characteristics of children with autism and their educational requirements.

For citation

Mesnyankina K.K., Sarelainen A.I., Anishchenko S.I., Kalinin K.B. (2016) Mobil'noe prilozhenie dlya formirovaniya navykov raspoznavaniya i vyrazheniya emotsii u detei s rasstroistvami autisticheskogo spektra: problemy i printsipy sozdaniya [Application for teaching emotion recognition and facial expression production skills to children with autism spectrum disorder: issues and principles of creation]. *Psikhologiya. Istoriko-kriticheskiye obzory i sovremennyye issledovaniya* [Psychology. Historical-critical Reviews and Current Researches], 5 (5A), pp. 138-150.

Keywords

Autism spectrum disorder, facial expression recognition, facial expression production, technology-based intervention, mobile applications.

References

1. *American Psychiatric Association (APA) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV)* (2000). Washington, DC: APA.
2. Christensen D.L., Baio J., Braun K.V., et al. (2016) Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years – Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network, 11 Sites, United States, 2012. *MMWR Surveillance Summaries*, 65 (3), pp. 1-23.
3. Cockburn J., Bartlett M., Tanaka J., Movellan J., Pierce M., Schultz R. (2008) Smilemaze: A tutoring system in real-time facial expression perception and production in Children with Autism Spectrum Disorder. In: *Proceedings from the IEEE international conference on automatic face & gesture recognition (peer-reviewed conference proceeding)*, pp. 978-986.
4. Ekman P. (2003) *Emotions Revealed: Recognizing Faces and Feelings to Improve Communication and Emotional Life*. Times Books.
5. Ekman P., Friesen W.V. (1975) *Unmasking the Face*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
6. Friesen W., Ekman P. (1983) *EMFACS-7: Emotional Facial Action Coding System*. San Francisco, CA: University of California.
7. Gilberg K., Piters T. (1998) *Autizm: meditsinskie i pedagogicheskie aspekty*. [Autism: medical and pedagogical aspects]. St. Petersburg: ISPiP Publ.
8. Golan O., Ashwin E., Granader Y., McClintock S., Day K., Leggett V., Baron-Cohen S. (2010) Enhancing emotion recognition in children with autism spectrum conditions: an intervention

- using animated vehicles with real emotional faces. *Journ Autism Dev Disord*, 40 (3), pp. 269-279.
9. Grynspan O., Weiss P.L., Perez-Diaz F., Gal E. (2014) Innovative technology-based interventions for autism spectrum disorders: A meta-analysis. *Autism*, 18 (4), pp. 346-361.
 10. Hun S., Thümmeler S., Askenazy F., Serret S. (2016) Emotional Lexicon in Autism Spectrum Disorders: Impact of Emotion Recognition Training with a Serious Game. *Austin Journal of Autism & Related Disabilities*, 2 (1), p. 1015.
 11. Il'in E.P. (2001) *Emotsii i chuvstva* [Emotions and Feelings]. St. Petersburg: Piter.
 12. Joseph R.M., Tanaka J. (2003) Holistic and part-based face recognition in children with autism. *Journ Child Psychol Psychiatry*, 44 (4), pp. 529-542.
 13. Klin A., Jones W., Schultz R., Volkmar F., Cohen D. (2002) Visual Fixation Patterns during Viewing of Naturalistic Social Situations as Predictors of Social Competence in Individuals with Autism. *Archives of General Psychiatry*, 59, pp. 809-816.
 14. Labunskaya V.A. (1986) *Neverbal'noe povedenie* [Nonverbal behavior]. Rostov-on-Don: Rostov University Publ.
 15. Olszanowski M., Pochwatko G., Kukliński K., Ścibor-Rylski M., Lewinski P., Ohme R. (2015) Warsaw set of emotional facial expression pictures: a validation study of facial display photographs. *Frontiers in Psychology*, 5, p. 1516.
 16. Popova A.V., Mesnyankina K.K., Kalinin K.B., Anishchenko S.I. (2016) Obuchayushchee prilozhenie s elementami raspoznavaniya vyrazhenii lits dlya detei s rasstroistvami autisticheskogo spektra [Tutoring mobile application with elements of facial recognition for children with autism spectrum disorder]. *Materiali XXIII nauchnoi konferentsii: Sovremennye informatsionnye tekhnologii: tendentsii i perspektivy razvitiya* [ProC. XXIII scientific conference "Modern IT: tendencies and perspectives"]. Rostov-on-Don, pp. 200-203.
 17. Tanaka J.W., Wolf J.M., Klaiman C., Koenig K., Cockburn J., Herlihy L., Brown C., Stahl S., Kaiser M.D., Schultz R.T. (2010) Using computerized games to teach face recognition skills to children with autism spectrum disorder: The Let's Face It! Program. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51 (8), pp. 944-952.
 18. Wass S.V., Porayska-Pomsta K. (2013) The uses of cognitive training technologies in the treatment of autism spectrum disorders. *Autism*, 18 (8), pp. 851-871.