

МЕДИЦИНСКАЯ ПСИХОЛОГИЯ

УДК 159.9.07

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ AITA ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ У ЛИЦ ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА

**А.В. Солодухин¹, Д.А. Сидоркин¹, А.В. Серый¹,
М.С. Яницкий¹, Л.А. Варич¹, А.И. Саблинский¹**

¹ Кемеровский государственный университет, Россия, 650043, Кемерово, ул. Красная, 6

Резюме

В исследовательской работе представлен анализ результатов применения дистанционного мобильного приложения Aita для тренировки и восстановления когнитивных функций у лиц зрелого возраста. Приложение Aita предназначено для диагностики и коррекции когнитивных нарушений легкой и умеренной степени выраженности в условиях индивидуальной работы. Оно включает в себя разделы «Нейродинамика», «Память», «Внимание» и шесть подразделов – «Пространственная память», «Пиктограммы», «Запоминание объектов», «Таблицы Шульте», «Селекция информации», «Поиск дублированных слов». Для оценки его психокоррекционной эффективности в исследование были включены 54 испытуемых зрелого возраста, из которых 36 не имели когнитивных расстройств, а 18 испытуемых отметили у себя нарушения внимания, памяти и скорости реакции. Курс занятий с помощью приложения состоял из ежедневных дистанционных тренировок по всем разделам и подразделам приложения в течение семи суток. Первое занятие было диагностическим. После прохождения диагностического тестирования 50 участников выбрали легкий уровень сложности и 4 участника средний уровень сложности для дальнейших тренировок. Каждому участнику исследования до начала курса занятий давалась инструкция о необходимости ежедневных тренировок по всем разделам и подразделам приложения один раз в день. При этом допускалось разбивать ежедневное занятие на несколько подходов в течение дня и пропускать тренировку не более чем на одни сутки. Результаты недельного дистанционного курса показали тренирующий и психокоррекционный эффект от занятий. В группе без когнитивных нарушений основной эффект наблюдался в разделе «Нейродинамика» и некоторых подразделах «Внимания» и «Памяти». Зафиксированы улучшение скорости реакции, правильности и скорости выполнения заданий и тенденция к уменьшению количества ошибок в разделе «Нейродинамика». Выявлены уменьшение времени прохождения подраздела «Таблицы Шульте» и тенденция к более быстрому прохождению подраздела «Запоминание объектов» после недельного курса занятий. В группе с когнитивными нарушениями эффект от занятий оказался аналогичным только в разделе «Нейродинамика, также зафиксировано увеличение количества пройденных уровней в разделе «Память», подраздел «Запоминание объектов». Дополнительно была выявлена чувствительность раздела «Нейродинамика» к выявлению легких когнитивных нарушений у лиц зрелого возраста.

Ключевые слова: когнитивные функции; когнитивные нарушения; дистанционные мобильные приложения; психодиагностика; психокоррекция; реабилитация

Введение

Когнитивные нарушения легкой и умеренной степени выраженности проявляются снижением процессов получения, переработки и анализа информации в результате различных патологических процессов больших полушарий головного мозга (Яхно и др., 2017; Aiello et al., 2022; Barbera et al., 2018). Существует потенциальная возможность самостоятельной компенсации нарушений при легкой степени когнитивного расстройства, однако значительную роль при восстановлении головного мозга играют программы когнитивной реабилитации, которые ускоряют этот процесс и помогают пациенту адаптироваться к новым условиям жизни (Громова, Наumenко, Преображенская, 2021; Варич, Брюханов, Серый, Солодухин, 2022; Gard, Hölzel, Lazar, 2014).

При анализе зарубежных исследований по оценке влияния когнитивных программ на восстановление когнитивных функций выяснено, что занятия в большинстве случаев проводятся с пациентами, которые имеют легкие и умеренные когнитивные нарушения (Al-Thaqib et al., 2018; Gates et al., 2019). В редких случаях в программы когнитивных тренировок включают пациентов с легкой деменцией (Kudlicka, Martyr, Bahar-Fuchs, Woods, Clare, 2019). По результатам ряда исследований были зафиксированы значительные улучшения когнитивных функций у пациентов с легким когнитивным дефицитом, и незначительная динамика восстановления когнитивных функций присутствовала в группах пациентов с умеренными когнитивными нарушениями (Bahar-Fuchs et al., 2017; Al-Thaqib et al., 2018; Gates et al., 2019; Ge, Zhu, Wu, McConnell, 2018; Kudlicka et al., 2019).

На сегодняшний день в России существует ряд программ и приложений для русскоязычных и иностранных пользователей, направленных на тренировку когнитивных функций, среди которых наиболее известны Викиум, CogniFit, Memorado, NeuroNation (Солодухин, Жихарев, Серый, Варич, Брюханов, 2020). Однако среди представленного ряда отсутствуют приложения, направленные как на тренировку, так и на реабилитацию когнитивных функций с учетом индивидуально-психологических и эмоциональных особенностей человека, имеющего когнитивные нарушения, что необходимо при организации психокоррекционной работы (Заикина, 2022). Также отсутствуют четкие критерии для выбора и применения приложений для дистанционной когнитивной реабилитации с помощью мобильных устройств у лиц, страдающих когнитивными нарушениями легкой и умеренной степени выраженности, что указывает на новизну и актуальность настоящего исследования. Для решения указанных проблем научным коллективом авторов была предпринята попытка разработки и апробации в дистанционных условиях мобильного приложения для тренировки и восстановления когнитивных функций Aita.

Целью научного исследования стали разработка и апробация дистанционного мобильного приложения Aita для тренировки и восстановления когнитивных функций. Для оценки эффективности мобильного приложения Aita были поставлены следующие **задачи**:

- отбор и адаптация психодиагностического материала для приложения;
- разработка структуры заданий и алгоритма проведения занятий;
- написание кода приложения;
- апробация приложения и анализ его эффективности на лицах с жалобами на когнитивные нарушения и без них по результатам анкетирования.

В результате анализа подходов к коррекции когнитивных нарушений с помощью мобильных приложений (Серый, Яницкий, Солодухин, Трубникова, 2017; Солодухин, Яницкий, Серый, 2020; Солодухин и др. 2022) были выделены следующие **основные элементы цифровой игровой среды**, необходимые для более эффективного восстановления и тренировки когнитивных функций.

Художественно-эстетические элементы – приложение должно состоять из элементов, удобных для восприятия лиц с когнитивными нарушениями, включать понятное и подробное описание заданий, четкие и красочные изображения и элементы для взаимодействия с ними, а также иметь разнообразные формы подачи близкого по содержанию материала.

Мотивационные – игровые элементы могут создавать сильное мотивирующее воздействие на пользователя, стимулируя его продолжать упражнения даже при возникновении ошибок, вызывать положительные эмоции от процесса взаимодействия с приложением. Для этого в структуру приложения включена система отслеживания и отображения результатов после каждого выполненного упражнения. Добавлен чат с психологом для разбора с пользователем причин возможных неудач.

Коррекционно-развивающие – игровые элементы в приложении объединены с коррекционно-развивающими упражнениями в общую систему. Например, использование карточной системы и элементов игры «Наперстки» в представленных упражнениях позволяет повысить у пользователя интерес к самостоятельному прохождению заданий, при этом не снижая психокоррекционную эффективность занятий.

Данные особенности были учтены при разработке мобильного приложения Aita. Кроме того, приложение Aita реализовано на языке программирования Java и предназначено для запуска на мобильных операционных системах Android версии 8.0. и выше, что позволяет самостоятельно использовать его как в домашних, так и в стационарных условиях.

Структура дистанционного мобильного приложения для коррекции легких и умеренных когнитивных нарушений Aita

Мобильное приложение Aita предназначено для диагностики, тренировки когнитивных процессов и коррекции когнитивных нарушений легкой и умеренной степени выраженности в условиях индивидуальной работы.

Программа представляет собой приложение, включающее в себя три раздела («Нейродинамика», «Память» и «Внимание») и шесть подразделов с упражнениями трех уровней сложности:

– *легкий уровень* – стимулы на экране представлены в едином формате; задания на нейродинамику и внимание содержат лишь один элемент для запоминания на экране;

– *умеренный уровень* – стимулы на экране представлены в разных форматах (перевернутый в различных проекциях стимульный материал в заданиях на внимание и память); задания на нейродинамику и внимание содержат два и более элементов для запоминания на экране;

– *сложный уровень* – стимулы на экране представлены в разных форматах (перевернутый в различных проекциях стимульный материал в заданиях на внимание, память и нейродинамику); замена изображений словами в некоторых упражнениях; задания на нейродинамику и внимание содержат два и более элементов для запоминания на экране.

Раздел «Нейродинамика» представлен только одним одноименным упражнением.

Раздел «Память» включает подразделы «Пространственная память», «Пиктограммы», «Запоминание объектов». Раздел «Внимание» включает подразделы «Таблицы Шульте», «Селекция информации», «Поиск дублированных слов» (рис. 1).

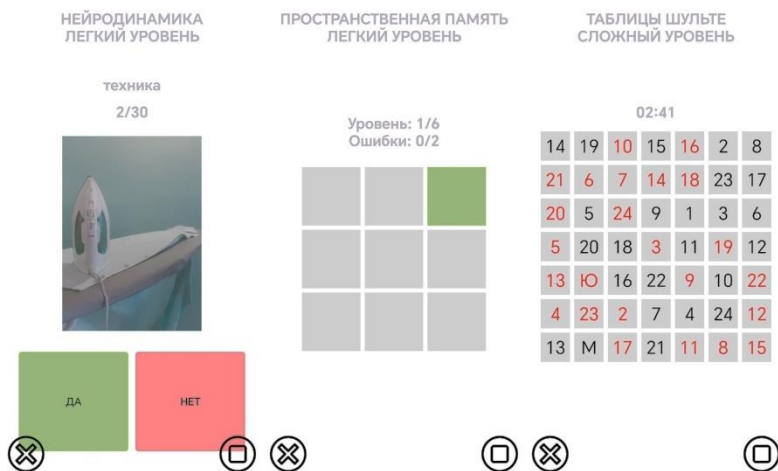


Рис. 1. Приложение по дистанционной тренировке и восстановлению когнитивных функций Aita

Для оценки изменения когнитивных показателей фиксировались следующие результаты упражнений в разделах и подразделах до и после проведения семидневного курса занятий.

Нейродинамика – испытуемый оценивает в условиях выбора и ведущей рукой нажимает на необходимое изображение при его соответствии зара-

нее обозначенной теме. Изначальное время предъявления изображений составляет 2 с. При правильном нажатии время появления изображений уменьшается на 300 мс и постепенно доходит до 900 мс, при неправильном нажатии постепенно повышается на 300 мс и возвращается к исходному значению. При легком уровне сложности дается одна тема для запоминания, при умеренном – три темы, при сложном уровне – также три темы, но изображения предъявляются испытуемому перевернутыми в случайном порядке.

Регистрация показателей: затраченное на выполнение упражнения время, среднее время реакции, количество правильных ответов и количество совершенных ошибок (пропуски и неправильные нажатия).

Пространственная память – на экране перед испытуемым появляется расчерченное на клетки поле. При начале выполнения упражнения на поле в случайном порядке зеленым цветом окрашиваются клетки, расположение которых испытуемый должен запомнить. В зависимости от выбранного уровня при легкой сложности предлагается поле 3×3 клетки, при средней сложности – размер 5×5 , на сложном уровне – 7×7 клеток. На первом уровне для запоминания предъявляются две закрашенные клетки, на каждом последующем уровне их количество увеличивается (до 80% от объема поля). После их исчезновения испытуемому необходимо отметить те места поля, где появились закрашенные клетки.

Регистрация показателей: затраченное на выполнение упражнения время, количество пройденных уровней, количество совершенных ошибок (неправильные нажатия).

Пиктограммы – на экране испытуемому предъявляются изображения восьми различных предметов и дается 30 с, чтобы он их мог рассмотреть и запомнить. После окончания заданного времени фигуры, которые испытуемый запоминал, перемешиваются с другими фигурами. На экране появляется 20 (30 при умеренном и 40 при сложном уровне) фигур, включая восемь запомненных испытуемым. Испытуемому необходимо на экране найти и нажатием отметить те фигуры, которые он запомнил. В следующем раунде задание повторяется, количество необходимых для запоминания изображений увеличивается на два.

Регистрация показателей: затраченное на выполнение упражнения время, количество пройденных уровней, количество совершенных ошибок (неправильно выбранные изображения).

Запоминание объектов – при начале упражнения на экране появляются три карточки с изображениями объектов, одну из которых испытуемому необходимо выбрать и запомнить. Затем карточки переворачиваются «рубашками» вверх. Та карточка, которую испытуемый выбрал и запомнил, остается в перевернутой колоде. Остальные карточки изменяются в случайном порядке, перемешиваются между собой, и добавляется еще одна карточка, т.е. их количество увеличивается до четырех. Затем карточки переворачиваются «рубашками» вниз и изображениями вверх. Испытуемый должен выбрать новую карточку и не нажать повторно на ту, которую

уже выбирал до этого. Затем карточки опять поворачиваются «рубашками» вверх, и цикл повторяется. Каждый цикл заканчивается добавлением одной новой карточки. Предусмотрено появление до 20 объектов на экране. На умеренном уровне сложности изображения предъявляются перевернутыми и в случайном порядке. На сложном уровне вместо изображений предъявляются перевернутые в случайном порядке слова. При совершении ошибки упражнение заканчивается.

Регистрация показателей: затраченное на выполнение упражнения время, количество пройденных уровней.

Таблицы Шульте – на экране появляется поле, разделенное на 25 ячеек, в каждой из которых находится число черного цвета от 1 до 25. Необходимо за одну минуту найти и поочередно нажать числа с 1 по 25. При правильном нажатии число исчезает и вместо него появляется случайная буква алфавита. На умеренном уровне сложности вместо чисел представлены 25 букв русского алфавита, которые надо нажать поочередно, начиная с буквы А и заканчивая буквой Щ. На сложном уровне поле увеличивается до 49 чисел, из них 25 чисел окрашены в черный цвет и 24 числа в красный. Задача испытуемого – нажать в прямом порядке черные числа и в обратном порядке красные числа. Время выполнения на сложном уровне увеличивается до 3 минут.

Регистрация показателей: затраченное на выполнение упражнения время, количество найденных символов.

Селекция информации – при начале упражнения на экране телефона на 3 с появляются три изображения, одно из которых окрашено зеленым цветом. Это изображение испытуемый должен запомнить. После запоминания карточки переворачиваются «рубашками» вверх, и карты перемещаются по экрану (по типу игры в «Наперстки»). После перемещения они снова возвращаются в случайном порядке на предыдущие места и переворачиваются лицевой стороной вверх. Испытуемому дается 3 с, чтобы он нашел и нажал на необходимую карточку с запомненным изображением. На умеренном уровне общее количество карт увеличивается до 5. На сложном уровне общее количество карт равняется 7, и испытуемому необходимо следить уже за двумя отмеченными изображениями одновременно. При каждом правильном нажатии время для поиска уменьшается на 300 мс и постепенно доходит до 500 мс. При неправильном нажатии или если испытуемый не успевает нажать на нужное изображение, время поиска увеличивается на 300 мс и может вернуться к изначальному времени в 3 с.

Регистрация показателей: затраченное на выполнение упражнения время; количество верных ответов; количество неверных ответов; количество пропусков.

Поиск дублированных слов – на экране появляются 18 пар слов, среди которых встречаются дублированные слова: «один–один», «два–два» и в порядке возрастания до «девять–девять», и не дублированные, например «один–семь». Испытуемому необходимо отмечать по порядку пары слов от «один–один» до «девять–девять». При каждом правильном выборе все слова

меняются местами. При первом показе дается 60 с на поиск, при выполнении задания время поиска уменьшается на 10 с, при невыполнении увеличивается на 10 с. Уровни сложности отсутствуют.

Регистрация показателей: затраченное на выполнение упражнения время, количество выигранных раундов (максимум 4 раунда).

Материалы и методы

В программу дистанционной тренировки и восстановления когнитивных функций были включены 54 испытуемых. Из них по результатам анкетирования о наличии субъективных жалоб на когнитивные нарушения 36 человек не отметили у себя каких-либо расстройств, 18 испытуемых указали на ухудшения внимания, памяти или снижение скорости реакции. При анализе результатов испытуемые были разделены на две группы по наличию / отсутствию когнитивных нарушений.

Когнитивные тренировки с помощью мобильного приложения испытуемые проходили в течение 7 дней, из них первое занятие являлось диагностическим. После прохождения диагностического тестирования 50 участников выбрали легкий уровень сложности и 4 участника средний уровень сложности для дальнейших тренировок. Каждому участнику исследования до начала курса занятий давалась инструкция о необходимости ежедневных тренировок по всем разделам и подразделам приложения один раз в день. При этом допускалось разбивать ежедневное занятие на несколько подходов в течение дня и пропускать тренировку не более чем на одни сутки.

По результатам недельного курса тренировок участники прошли упражнения из всех подразделов за исключением двух – «Пиктограммы» и «Селекция информации». При выяснении причин отказа от выполнения данных подразделов участники отметили их высокую сложность и большую длительность занятий. Вследствие этого данные подразделы были исключены из дальнейшего анализа результатов.

Критерии включения: добровольное и информированное согласие на участие в исследовании; наличие смартфона с операционной системой Android версии 8.0 и выше.

Критерии исключения: наличие препятствующих занятиям соматических заболеваний и сенсорных нарушений; самостоятельное прекращение занятий после диагностического тестирования и до окончания назначенного курса занятий.

Описательная характеристика результатов анкетирования и диагностического тестирования с помощью мобильного приложения Aita представлена в табл. 1.

Для проведения статистического анализа использовано компьютерное программное обеспечение Statistica 10.0. Полученные данные были проанализированы на нормальность распределения по критерию Колмогорова–Смирнова. Распределение данных отличалось от нормального, в связи с чем для анализа количественных несвязанных показателей был использован

критерий Манна–Уитни с применением поправки Бонферрони. Оценка динамики связанных показателей проводилась с помощью критерия Вилкоксона. Статистически значимыми признавали значения $p \leq 0,05$.

Таблица 1

Описательная характеристика результатов анкетирования и первичного тестирования когнитивных показателей у лиц, участвующих в программе тестирования приложения Aita (n = 54)

Показатель	Участники тренинга (n = 54)
Возраст, лет, Ме (Q25; Q75)	43 (26; 48)
Общее количество лет обучения, Ме (Q25; Q75)	16 (12; 18)
Количество мужчин / женщин	10 / 44
Количество безработных / работающих / пенсионеров	12 / 40 / 2
Нейродинамика	
Затраченное время, с, Ме (Q25; Q75)	29 (27; 35)
Среднее время реакции, с, Ме (Q25; Q75)	0,8 (0,8; 0,9)
Количество правильных ответов, Ме (Q25; Q75)	20 (17; 22)
Количество неправильных ответов, Ме (Q25; Q75)	4 (3; 5)
Пространственная память	
Затраченное время, с, Ме (Q25; Q75)	36 (35; 41)
Пройдено уровней, Ме (Q25; Q75)	6 (6; 6)
Количество ошибок, Ме (Q25; Q75)	7 (2; 7)
Пиктограммы	
Затраченное время, с, Ме (Q25; Q75)	572 (242; 898)
Выиграно раундов, Ме (Q25; Q75)	4 (4; 5)
Проиграно раундов, Ме (Q25; Q75)	8 (4; 10)
Запоминание объектов	
Затраченное время, с, Ме (Q25; Q75)	49 (24; 130)
Пройдено уровней, Ме (Q25; Q75)	7 (1; 18)
Таблицы Шульте	
Затраченное время, с, Ме (Q25; Q75)	38 (35; 48)
Найдено символов, Ме (Q25; Q75)	25 (25; 25)
Селекция информации	
Затраченное время, с, Ме (Q25; Q75)	290 (283; 295)
Верных ответов, Ме (Q25; Q75)	16 (14; 18)
Неверных ответов, Ме (Q25; Q75)	1 (1; 3)
Пропущено ответов, Ме (Q25; Q75)	4 (2; 6)
Поиск дублированных слов	
Затраченное время, с, Ме (Q25; Q75)	139 (118; 164)
Выиграно раундов, Ме (Q25; Q75)	3 (3; 4)

Результаты

Результаты диагностического тестирования и сравнительного анализа показателей групп с жалобами на когнитивные нарушения и без них представлены в табл. 2.

По результатам сравнительного анализа у испытуемых с наличием субъективных жалоб на когнитивные нарушения выявлено достоверно бо-

более высокое значение среднего времени реагирования на стимул в упражнении раздела «Нейродинамика» ($p \leq 0,05$).

Таблица 2

Сравнительная характеристика результатов анкетирования и первичного тестирования когнитивных показателей у лиц, участвующих в программе тестирования приложения Aita (n = 54)

Показатель	Участники тренинга без жалоб на когнитивные нарушения (n = 36)	Участники тренинга с жалобами на когнитивные нарушения (n = 18)	p
Возраст, лет, Me (Q25; Q75)	45 (26;46)	38 (27;54)	0,7
Общее количество лет обучения, Me (Q25; Q75)	17 (15;18)	15 (5;15)	0,06
Пол (муж. / жен.)	6 / 30	4 / 14	—
Количество безработных / работающих / пенсионеров	8 / 26 / 2	4 / 14 / 0	—
Количество человек с жалобами на нарушения внимания	0	12	—
Количество человек с жалобами на нарушения памяти	0	16	—
Количество человек с жалобами на нарушения реакции и нейродинамики	0	12	—
Количество пройденных занятий, среднее	7 ± 1,8	6,6 ± 0,5	0,6
Нейродинамика			
Затраченное время, с, Me (Q25; Q75)	28 (27; 34)	30 (28; 39)	0,4
Среднее время реакции, с, Me (Q25; Q75)	0,8 (0,7; 0,9)	0,8 (0,8; 1,1)	0,05
Кол-во правильных ответов, Me (Q25; Q75)	19 (17; 22)	20 (17; 22)	0,9
Кол-во неправильных ответов, Me (Q25; Q75)	4 (3; 5)	4 (1; 6)	0,7
Пространственная память			
Затраченное время, с, Me (Q25; Q75)	37 (36; 41)	36 (34; 37)	0,2
Пройдено уровней, Me (Q25; Q75)	6 (6; 6)	6 (6; 6)	0,1
Кол-во ошибок, Me (Q25; Q75)	4 (2; 7)	7 (7; 7)	0,7
Пиктограммы			
Затраченное время, с, Me (Q25; Q75)	530 (124; 949)	574 (304; 839)	0,9
Выиграно раундов, Me (Q25; Q75)	4 (4; 5)	3 (2,5; 4,5)	0,4
Проиграно раундов, Me (Q25; Q75)	8 (3; 10)	8 (5; 10)	0,9
Запоминание объектов			
Затраченное время, с, Me (Q25; Q75)	62 (24; 152)	44 (20; 92)	0,3
Пройдено уровней, Me (Q25; Q75)	9 (1; 18)	2 (1; 11)	0,2
Таблицы Шульце			
Затраченное время, с, Me (Q25; Q75)	38 (35; 46)	38 (31; 56)	0,9
Найдено символов, Me (Q25; Q75)	25 (25; 25)	25 (24; 25)	0,3
Селекция информации			
Затраченное время, с, Me (Q25; Q75)	287 (282; 298)	292 (284; 294)	0,7

Окончание табл. 2

Показатель	Участники тренинга без жалоб на когнитивные нарушения (n = 36)	Участники тренинга с жалобами на когнитивные нарушения (n = 18)	p
Верных ответов Me (Q25; Q75)	16 (14; 18)	16 (14; 18)	1,0
Неверных ответов, Me (Q25; Q75)	1 (1; 1)	1,5 (1; 3)	0,5
Пропущено ответов, Me (Q25; Q75)	3 (1; 5)	4, (2; 12)	0,8
Поиск дублированных слов			
Затраченное время, с, Me (Q25; Q75)	139 (116; 182)	143 (132; 162)	0,8
Выиграно раундов, Me (Q25; Q75)	4 (3; 4)	3 (3; 3,5)	0,09

При анализе динамики показателей после недельного курса занятий в группе без жалоб на когнитивные нарушения зафиксированы достоверное уменьшение затраченного времени ($p = 0,01$), ускорение среднего времени реакции ($p = 0,001$) и увеличение количества правильных ответов в разделе «Нейродинамика» ($p = 0,002$), а также уменьшение затраченного времени на прохождение упражнения в разделе «Внимание», подразделе «Таблицы Шульте» ($p = 0,02$). При этом увеличилось время на прохождение раздела «Память», подраздел «Запоминание объектов» ($p = 0,02$). В этом же разделе увеличилось медианное количество пройденных уровней с 9 до 11, но достоверных статистически значимых различий по количеству пройденных уровней не зафиксировано (табл. 3).

Таблица 3

Динамика по показателям приложения Aita результатов прохождения недельного тренинга у лиц без жалоб на когнитивные нарушения (n = 36)

Показатель	Первый день когнитивного тренинга	Седьмой день когнитивного тренинга	p
Нейродинамика			
Затраченное время, с, Me (Q25; Q75)	28 (27; 34)	24 (23; 25)	0,01
Среднее время реакции, с, Me (Q25; Q75)	0,8 (0,7; 0,9)	0,7 (0,7; 0,8)	0,001
Кол-во правильных ответов, Me (Q25; Q75)	19 (17; 22)	26 (22; 29)	0,002
Кол-во неправильных ответов, Me (Q25; Q75)	4 (3; 5)	3 (1; 5)	0,07
Пространственная память			
Затраченное время, с, Me (Q25; Q75)	37 (36; 41)	35 (33; 41)	0,3
Пройдено уровней, Me (Q25; Q75)	6 (6; 6)	6 (6; 6)	0,6
Кол-во ошибок, Me (Q25; Q75)	4 (2; 7)	4 (2; 7)	0,6
Запоминание объектов			
Затраченное время, с, Me (Q25; Q75)	62 (24; 152)	83 (12; 119)	0,06
Пройдено уровней, Me (Q25; Q75)	9 (1; 18)	11 (1; 18)	0,4
Таблицы Шульте			
Затраченное время, с, Me (Q25; Q75)	38 (35; 46)	23 (18; 31)	0,02
Найдено символов, Me (Q25; Q75)	25 (25; 25)	25 (25; 25)	0,8
Поиск дублированных слов			
Затраченное время, с, Me (Q25; Q75)	139 (116; 182)	114 (92; 126)	0,3
Выиграно раундов, Me (Q25; Q75)	4 (3; 4)	4 (3; 4)	0,8

В группе с наличием жалоб на когнитивные нарушения также отмечались достоверное уменьшение затраченного времени ($p = 0,02$), повышение среднего времени реакции ($p = 0,007$) и увеличение количества правильных ответов в разделе «Нейродинамика» ($p = 0,007$); в разделе «Память», подразделе «Запоминание объектов» обнаружено достоверное увеличение количества пройденных уровней ($p = 0,04$) и затраченного на прохождение данного упражнения времени ($p = 0,01$) (табл. 4).

Таблица 4

Динамика по показателям приложения Aita результатов прохождения недельного тренинга у лиц с субъективными жалобами на когнитивные нарушения ($n = 18$)

Показатель	Первый день когнитивного тренинга	Седьмой день когнитивного тренинга	p
Нейродинамика			
Затраченное время, с, Ме (Q25; Q75)	30 (28; 39)	24 (22; 27)	0,02
Среднее время реакции, с, Ме (Q25; Q75)	0,8 (0,8; 1,1)	0,7 (0,7; 0,8)	0,007
Кол-во правильных ответов, Ме (Q25; Q75)	20 (17; 22)	27 (22; 30)	0,007
Кол-во неправильных ответов, Ме (Q25; Q75)	4 (1; 6)	3 (1; 10)	0,8
Пространственная память			
Затраченное время, с, Ме (Q25; Q75)	36 (34; 37)	35 (1; 10)	0,7
Пройдено уровней, Ме (Q25; Q75)	6 (6; 6)	6 (6; 6)	0,7
Кол-во ошибок, Ме (Q25; Q75)	7 (7; 7)	4 (0; 7)	0,1
Запоминание объектов			
Затраченное время, с, Ме (Q25; Q75)	44 (20; 92)	134 (62; 145)	0,01
Пройдено уровней, Ме (Q25; Q75)	2 (1; 11)	16 (7; 18)	0,04
Таблицы Шульце			
Затраченное время, с, Ме (Q25; Q75)	38 (31; 56)	35 (27; 42)	0,4
Найдено символов, Ме (Q25; Q75)	25 (24; 25)	25 (25; 25)	0,7
Поиск дублированных слов			
Затраченное время, с, Ме (Q25; Q75)	143 (132; 162)	166 (130; 170)	0,5
Выиграно раундов, Ме (Q25; Q75)	3 (3; 3,5)	3 (3; 3)	0,7

Таким образом, по результатам оценки динамики когнитивных показателей после недельного курса занятий с помощью приложения Aita зафиксировано улучшение нейродинамических показателей в обеих группах, скорости прохождения задания на внимание в группе без жалоб на когнитивные расстройства, а в группе с жалобами на когнитивные нарушения улучшение памяти за счет большего количества запомненных объектов.

Обсуждение результатов

Проблема диагностики, коррекции и своевременной профилактики когнитивных нарушений признается во многих странах необходимой и достаточно значимой (Яницкий, Солодухин, Серый, 2022; Heffernan et al., 2019; Yanitskiy, Seryy, Vasyagina, Solodukhin, Trubnikova, 2020). Применение дистанционных мобильных технологий позволяет с помощью ежедневного и длительного мониторинга выявить когнитивные нарушения еще на этапе

их формирования и вовремя начать соответствующие восстановительные мероприятия (Harada, Sato, Takagi, Asakawa, 2013; Binder et al., 2015).

Согласно данным Н.Н. Яхно и соавт. (2017), легкие когнитивные нарушения выявляются при выяснении жалоб пациента и выполнении сложных нейрокогнитивных тестов. Легкие когнитивные расстройства еще существенно не затрудняют социальную и профессиональную деятельность человека, но уже вызывают субъективное снижение привычной скорости обработки информации и забывчивость (Bott, Kumar, Krebs, Glenn, Madero, Juusola, 2018). В зарубежной литературе аналогом легких когнитивных нарушений является термин «субъективное когнитивное снижение», или *subjective cognitive decline* (Коберская, Мхитарян 2021). Такое заключение ставится пациенту, когда он обращается за консультацией по поводу снижения когнитивных функций, но при клиническом обследовании его состояние не выходит за пределы нормального функционирования.

В исследованиях, проведенных в Клинике нервных болезней им. А.Я. Кожевникова, было сделано предположение, что легкие когнитивные нарушения проявляются преимущественно нейродинамическими нарушениями: снижаются скорость обработки информации, способность быстро переключаться с одного вида деятельности на другой, страдает оперативная память (Яхно и др., 2017; Коберская, Мхитарян 2021). По результатам диагностического тестирования с помощью приложения Aita данное предположение было подтверждено. Так, еще на этапе анкетирования часть испытуемых отметили у себя наличие проблем с памятью ($n = 16$), вниманием ($n = 12$) и скоростью реакции ($n = 12$). Предварительное диагностическое тестирование с помощью приложения Aita позволило выявить статистически значимые различия по показателю «среднее время реакции» в разделе «Нейродинамика» между двумя исследуемыми группами. Уже на этапе диагностики обнаружилось незначительное, но достоверное замедление скорости реагирования на стимульный сигнал в группе испытуемых с наличием субъективных нарушений когнитивных процессов, что указывает на определенную чувствительность раздела «Нейродинамика» к выявлению легких когнитивных расстройств.

Результаты недельного дистанционного курса показали как тренирующий, так и психокоррекционный эффект от занятий с помощью приложения Aita. В группе без когнитивных нарушений основной эффект наблюдался в разделе «Нейродинамика» и в некоторых подразделах «Внимания» и «Памяти». Были отмечены улучшение скорости реакции, правильности и скорости выполнения заданий и тенденция к уменьшению количества ошибок в разделе «Нейродинамика». Выявлено уменьшение времени прохождения подраздела «Таблицы Шульте», и прослеживается тенденция к более быстрому прохождению подраздела «Запоминание» объектов после недельного курса занятий.

В группе с когнитивными нарушениями эффект от занятий в разделе «Нейродинамика» оказался аналогичным. Анализ результатов по разделу

«Внимание» в подразделе «Таблицы Шульте» не показал эффекта от занятий. Однако существенные различия наблюдались при оценке показателей раздела «Память» в подразделе «Запоминание объектов». Было обнаружено достоверное увеличение медианного значения по количеству пройденных уровней с 2 до 16 (из 18 возможных), что указывает как на наличие компенсаторных возможностей в группе испытуемых с когнитивными расстройствами, так и на психокоррекционный эффект от занятий с помощью мобильного приложения Aita.

Заключение

По результатам апробации дистанционного мобильного приложения Aita можно утверждать о возможности выявления с помощью него легких когнитивных нарушений, а также его положительном эффекте при тренировке и психокоррекции когнитивных функций.

Дальнейшим направлением исследования эффективности можно обозначить апробацию приложения Aita на расширенной выборке с включением пациентов, страдающих различными заболеваниями (неврологическими, сердечно-сосудистыми, нейроинфекционными, нейродегенеративными и др.). Это позволит более детально изучить степень его диагностической валидности при оценке степени когнитивных нарушений и при необходимости провести рестандартизацию формата подачи материалов, чтобы определить более точные критерии когнитивных расстройств. В практике работы специалистов по реабилитации и психологическому сопровождению приложение Aita будет полезно как дополнительный способ предварительной диагностики и профилактической тренировки когнитивных функций.

Литература

- Варич, Л. А., Брюханов, Я. И., Серый, А. В., Солодухин, А. В. (2022). Особенности проявления соматических и когнитивных нарушений у лиц юношеского возраста, перенесших COVID-19. *Вестник психофизиологии*, 4, 92–99. doi: 10.34985/f0194-0574-8740-f
- Громова, Д. О., Науменко, А. А., Преображенская, И. С. (2017). Когнитивный тренинг и реабилитация пациентов с когнитивными нарушениями. *Доктор.Ру*, 11(140), 31–38
- Заикина, Е. С. Реализация системного подхода в области психолого-педагогических исследований (2022). *Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. 3. Гуманитарные и общественные науки*, 2, 103–115. doi: 10.24412/2308-7196-2022-2-103-115
- Коберская, Н. Н., Мхитарян Э.А. (2021) Диагностика и ведение пациентов с легким когнитивным снижением. *Эффективная фармакотерапия*, 17(38), 26–30. doi: 10.33978/2307-3586-2021-17-38-26-30
- Серый, А. В., Яницкий, М. С., Солодухин, А. В., Трубникова, О. А. (2017). Методологические основания разработки комплексного подхода в психологической коррекции и психотерапии пациентов кардиологического профиля до и после коро-

- нарного шунтирования. *Сибирский психологический журнал*, 63, 89–101. doi: 10.17223/17267080/63/7
- Солодухин, А. В., Жихарев, А. Ю., Серый, А. В., Варич, Л. А., Брюханов, Я. И. (2022). Применение техник когнитивно-поведенческой психотерапии для восстановления когнитивной сферы у лиц, перенесших коронавирусную инфекцию (COVID-19): возможности и перспективы. *Вестник Кемеровского государственного университета*, 24(4), 420–429. doi: 10.21603/2078-8975-2022-24-4-420-429
- Солодухин, А. В., Яницкий, М. С., Серый, А. В. (2020). К проблеме выбора коррекционных компьютерных программ для восстановления когнитивных функций у пациентов кардиологического профиля. *Российский психологический журнал*, 17(1), 5–14. doi: 10.21702/rpj.2020.1.1
- Яницкий, М. С., Солодухин, А. В., Серый, А. В. (2022). Когнитивные нарушения при соматических заболеваниях: этиопатогенез, методы диагностики и возможности психологической коррекции. В кн: А. Ю. Просеков (ред.). *Новейшие достижения в области медицины, здравоохранения и здоровьесберегающих технологий: сб. материалов I Междунар. конгресса* (с. 517–519). Кемерово: КемГУ.
- Яхно, Н. Н., Захаров, В. В., Коберская, Н. Н., Мхитарян, Э. А., Гришнина, Д. А., Локшина, А. Б., Савушкина И. Ю., Посохов С. И. (2017). «Предумеренные» (субъективные и легкие) когнитивные расстройства. *Неврологический журнал*, 4, 198–204. doi: 10.18821/1560-9545-2017-22-4-198-204

Ссылки на зарубежные источники см. в разделе References после англоязычного блока.

Поступила в редакцию 18.12.2024 г.; принята 23.01.2025 г.

Солодухин Антон Витальевич – доцент кафедры психологических наук Кемеровского государственного университета, кандидат психологических наук.

E-mail: mein11@mail.ru

Сидоркин Дмитрий Андреевич – аспирант кафедры психологических наук Кемеровского государственного университета.

E-mail: sidorckin.dmit@yandex.ru

Серый Андрей Викторович – профессор кафедры психологических наук Кемеровского государственного университета, доктор психологических наук, профессор.

E-mail: avgrey@yahoo.com

Яницкий Михаил Сергеевич – директор Социально-психологического института Кемеровского государственного университета, доктор психологических наук, профессор.

E-mail: direktorspi@kemsu.ru

Варич Лидия Александровна – доцент кафедры физиологии и генетики Кемеровского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент.

E-mail: varich2002@mail.ru

Саблинский Алексей Игоревич – доцент кафедры фундаментальной математики Кемеровского государственного университета, кандидат технических наук.

E-mail: s_a_i@mail.ru

For citation: Solodukhin, A. V., Sidorckin, D. A., Seriy, A. V., Yanitskiy, M. S., Varich, L. A., Sablinsky, A. I. (2025). The use of the remote mobile application "Aita" for training and restoring cognitive functions among adults. *Sibirskiy Psikhologicheskii Zhurnal – Siberian journal of psychology*, 95, 121–137. In Russian. English Summary. doi: 10.17223/17267080/95/7

The use of the remote mobile application "Aita" for training and restoring cognitive functions among adults

A.V. Solodukhin¹, D.A. Sidorckin¹, A.V. Seriy¹,
M.S. Yanitskiy¹, L.A. Varich¹, A.I. Sablinsky¹

¹ Kemerovo State University, 6 Krasnaya Str., Kemerovo, 650043, Russian Federation

Abstract

The research paper presents an analysis of results from using the remote mobile application "Aita" for training and restoring cognitive functions in mature individuals. The application "Aita" is designed to diagnose and to correct mild to moderate cognitive impairments in individual work conditions. With sections "Neurodynamics", "Memory", "Attention", and six other subsections: "Spatial Memory", "Pictograms", "Memorizing Objects", "Schulte Tables", "Information Selection", "Search for Duplicate Words". To assess its psychocorrectional effectiveness, the study included 54 mature subjects, of whom 36 did not have cognitive disorders and 18 subjects noted that they had impaired attention, memory and reaction speed. The course of training with the help of the application consisted of daily remote training in all sections and subsections of the application for 7 days. The first lesson was diagnostic. After passing the diagnostic testing, 50 participants chose the easy level of difficulty and 4 participants the average level of difficulty for further training. Before the course, each participant in the study was given instructions on the need for daily training in all sections and subsections of the application once a day. It was allowed to split the daily lesson into several approaches during the day and skip training for no more than 1 day. The results of the weekly distance course showed a training and psychocorrectional effectiveness from the classes. In the group without cognitive impairments, the main effect observed was in the "Neurodynamics" section and in some subsections of "Attention" and "Memory". Improvement in reaction speed, correctness and speed of task completion and a tendency to reduce the number of errors in the "Neurodynamics" section were recorded. A decrease in the time to complete the Schulte Table subsection and a tendency to a faster completion of the "Memorizing" objects subsection were revealed after a week of training. In the group with cognitive impairments, the effect of the classes was similar only in the "Neurodynamics" section; an increase in the number of levels completed in the "Memory" section, the "Memorizing objects" subsection was also recorded. Additionally, the sensitivity of the "Neurodynamics" section to the detection of mild cognitive impairment in adults was revealed.

Keywords: cognitive functions; cognitive disorders; remote mobile applications; psychodiagnostics; psychocorrection; rehabilitation

References

- Aiello, E.N., Verde, F., Milone, I., Giacomuzzi Grigoli, E., Dubini, A., Carelli, L., Ferrucci, R., ... Poletti, B. (2022). The Frontal Assessment Battery (FAB) effectively discriminates between MCI and dementia within the clinical spectrum of neurochemically confirmed *Alzheimer's disease*. *Front. Psychol.*, 13, 1054321. doi: 10.3389/fpsyg.2022.1054321
- Al-Thaqib, A., Al-Sultan, F., Al-Zahrani, A., Al-Kahtani, F., Al-Regaiey, K., Iqbal M., & Bashir S. (2018). Brain training games enhance cognitive function in healthy subjects. *Medical Science Monitor Basic Research*, 24, 63–69. doi: 10.12659/MSMBR.909022
- Bahar-Fuchs, A., Webb, S., Bartsch, L., Clare, L., Rebok, G., Cherbuin, N., & Anstey, K. J. (2017). Tailored and adaptive computerized cognitive training in older adults at risk for dementia: A randomized controlled trial. *Journal of Alzheimer's Disease*, 60(3), 889–911. doi: 10.3233/JAD-170404

- Barbera, M., Mangialasche, F., Jongstra, S., Guillemont, J., Ngandu, T., Beishuizen, C., Coley, N., ... Kivipelto, M. (2018). Designing an internet-based multidomain intervention for the prevention of cardiovascular disease and cognitive impairment in older adults: The HATICE trial. *Journal of Alzheimer's Disease*, 62(2), 649–663. doi: 10.3233/JAD-170858
- Binder, J. C., Zöllig, J., Eschen, A., Mérillat, S., Röcke, C., Schoch, S.F. Jäncke, L., & Martin, M. (2015). Multidomain training in healthy old age: Hotel Plastisse as an iPad-based serious game to systematically compare multi-domain and single-domain training. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7, 137. doi: 10.3389/fnagi.2015.00137
- Bott, N., Kumar, S., Krebs, C., Glenn, J. M., Madero, E. N., & Juusola, J. L. (2018). A remote intervention to prevent or delay cognitive impairment in older adults: Design, recruitment, and baseline characteristics of the virtual cognitive health (VC Health) study. *JMIR Research Protocols*, 7(8), e11368. doi: 10.2196/11368
- Gard, T., Hölzel, B. K., & Lazar, S. W. (2014). The potential effects of meditation on age-related cognitive decline. A systematic review. *Annals of the New York Academy of Sciences. Advances in Meditation Research: Neuroscience and Clinical Applications*, 1307(1), 89–103. doi: 10.1111/nyas.12348
- Gates, N. J., Vernooij, R. W. M., Di Nisio, M., Karim, S., March, E., Martínez, G., & Rutjes, A. W. S. (2019). Computerised cognitive training for preventing dementia in people with mild cognitive impairment. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 3(3), CD012279. doi: 10.1002/14651858.CD012279.pub2
- Ge, S., Zhu, Z., Wu, B., & McConnell, E. S. (2018). Technology-based cognitive training and rehabilitation interventions for individuals with mild cognitive impairment: A systematic review. *BMC Geriatrics*, 18, 213. doi: 10.1186/s12877-018-0893-1
- Gromova, D. O., Naumenko, A. A., & Preobrazhenskaya, I. S. (2017). Kognitivnyy trening i reabilitatsiya patsientov s kognitivnymi narusheniyami [Cognitive training and rehabilitation of patients with cognitive impairment]. *Doktor.Ru*, 11(140), 31–38
- Harada, S., Sato, D., Takagi, H., & Asakawa, C. (2013). Characteristics of elderly user behavior on mobile multi-touch devices. In P. G. Kotzé, G. Marsden, G. Lindgaard, J. Wesson, M. Winckler (Eds.), *Human-Computer Interaction – INTERACT 2013. Lecture Notes in Computer Science* (pp. 323–341). Berlin, Heidelberg: Springer. doi: 10.1007/978-3-642-40498-6_25
- Heffernan, M., Andrews, G., Fiatarone Singh, M. A., Valenzuela, M., Anstey, K. J., Maeder, A. J., ... Brodaty, H. (2019). Maintain your brain: Protocol of a 3-year randomized controlled trial of a personalized multi-modal digital health intervention to prevent cognitive decline among community dwelling 55- to 77 years old. *Journal of Alzheimer's Disease*, 70(1), 221–237. doi: 10.3233/JAD-180572
- Koberskaya, N. N., & Mkhitarian E.A. (2021) Diagnostika i vedenie patsientov s legkim kognitivnym snizheniem [Diagnosis and Management of Patients with Mild Cognitive Impairment]. *Effektivnaya farmakoterapiya*, 17(38), 26–30. doi: 10.33978/2307-3586-2021-17-38-26-30
- Kudlicka, A., Martyr, A., Bahar-Fuchs, A., Woods, B., & Clare, L. (2019). Cognitive rehabilitation for people with mild to moderate dementia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6(6), CD013388. doi: 10.1002/14651858.CD013388
- Seryy, A. V., Yanitskiy, M. S., Solodukhin, A. V., & Trubnikova, O. A. (2017). Methodological Foundations for Developing an Integrated Approach to Psychological Correction and Psychotherapy of Cardiology Patients Before and After Coronary Artery Bypass Grafting. *Sibirskiy psikhologicheskii zhurnal – Siberian Journal of Psychology*, 63, 89–101. doi: 10.17223/17267080/63/7
- Solodukhin, A. V., Zhikharev, A. Yu., Seryy, A. V., Varich, L. A., & Bryukhanov, Ya. I. (2022). Primenenie tekhnik kognitivno-povedencheskoy psikhoterapii dlya vossta-novleniya kognitivnoy sfery u lits, perenessikh koronavirusnyuyu infektsiyu (COVID-19): vozmozhnosti i perspektivy [The use of cognitive-behavioral psychotherapy techniques

- to restore the cognitive sphere in individuals who have had coronavirus infection (COVID-19): possibilities and prospects]. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta*, 24(4), 420–429. doi: 10.21603/2078-8975-2022-24-4-420-429
- Solodukhin, A. V., Yanitskiy, M. S., & Seryy, A. V. (2020). K probleme vybora korektsionnykh komp'yuternykh programm dlya vosstanovleniya kognitivnykh funktsiy u patsientov kardiologicheskogo profilya [On choosing correctional computer programs for restoring cognitive functions in patients with a cardiological profile]. *Rossiyskiy psikhologicheskii zhurnal*, 17(1), 5–14. doi: 10.21702/rpj.2020.1.1
- Varich, L. A., Bryukhanov, Ya. I., Seryy, A. V., & Solodukhin, A. V. (2022). Osobennosti proyavleniya somaticheskikh i kognitivnykh narusheniy u lits yunosheskogo vozrasta, perenessikh COVID-19 [Somatic and cognitive impairment in adolescents who have had COVID-19]. *Vestnik psikhofiziologii*, 4, 92–99. doi: 10.34985/f0194-0574-8740-f
- Yakhno, N. N., Zakharov, V. V., Koberskaya, N. N., Mkhitarian, E. A., Grishina, D. A., Lokshina, A. B., Savushkina I. Yu., & Posokhov S. I. (2017). “Predumerennye” (sub)ektivnye i legkie kognitivnye rasstroystva [“Pre-meditated” (subjective and mild) cognitive impairments]. *Nevrologicheskii zhurnal*, 4, 198–204. doi: 10.18821/1560-9545-2017-22-4-198-204
- Yanitskiy, M. S., Seryy, A.V., Vasyagina, N. N., Solodukhin, A. V., & Trubnikova O. A. (2020). Psychological Rehabilitation of Patients with Cardiovascular Diseases by Correction of Cognitive Impairment. *Psychology in Russia: State of the Art*, 13(1), 121–132. doi: 10.11621/ pir.2020.0110
- Yanitskiy, M. S., Solodukhin, A. V., & Seryy, A. V. (2022). Kognitivnye narusheniya pri somaticheskikh zabolevaniyakh: etiopatogenez, metody diagnostiki i vozmozhnosti psikhologicheskoy korektsii [Cognitive impairment in somatic diseases: etiopathogenesis, diagnostic methods and possibilities of psychological correction]. In A. Yu. Prosekov (Ed.). *Noveyshie dostizheniya v oblasti meditsiny, zdravookhraneniya i zdorov'esberegayushchikh tekhnologiy* [The latest achievements in the field of medicine, health care and health-saving technologies] (pp. 517–519). Kemerovo: KemSU.
- Zaikina, E. S. (2022). Realizatsiya sistemnogo podkhoda v oblasti psikhologo-pedagogicheskikh issledovaniy [Implementation of a systems approach in the field of psychological and pedagogical research]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo gumanitarno-pedagogicheskogo universiteta. Ser. 3. Gumanitarnye i obshchestvennye nauki*, 2, 103–115. doi: 10.24412/2308-7196-2022-2-103-115

Received 18.12.2024; Accepted 23.01.2025

Anton V. Solodukhin – Associate Professor of the Department of Psychological Sciences, Kemerovo State University, Cand. Sc. (Psychol.).

E-mail: mein11@mail.ru

Dmitry A. Sidorckin – Postgraduate Student of the Department of Psychological Sciences, Kemerovo State University.

E-mail: sidorckin.dmit@yandex.ru

Andrey V. Seryy – Professor of the Department of Psychological Sciences, Kemerovo State University, D. Sc. (Psychol.), Professor.

E-mail: avgrey@yahoo.com

Mikhail S. Yanitskiy – Director of the Social and Psychological Institute, Kemerovo State University, D. Sc. (Psychol.), Professor.

E-mail: direktorspi@kemsu.ru

Lydia A. Varich – Associate Professor of the Department Physiology and Genetics, Kemerovo State University, Cand. Sc. (Biolog.), Associate Professor.

E-mail: varich2002@mail.ru

Aleksei I. Sablinskii – Associate Professor of the Fundamental Mathematics Department, Kemerovo State University, Cand. Sc. (Technic.).

E-mail: s_a_i@mail.ru