

УДК 616.8:004.946:615.08

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВА УСКОРЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПЕРЕНЕСЕННОГО ОСТРОГО НАРУШЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

USING VIRTUAL REALITY AS A METHOD OF ACCELERATED REHABILITATION AMONG THE PATIENTS AFTER STROKE

Захаров А.В.^{1,2}**Пятин В.Ф.^{1,2}****Колсанов А.В.^{1,2}****Повереннова И.Е.¹****Сергеева М.С.^{1,2}****Хивинцева Е.В.¹****Коровина Е.С.¹****Кучепалова Г.Ю.³****Zakharov AV^{1,2}****Pyatin VF^{1,2}****Kolsanov AV²****Poverennova IE¹****Segreeva MS^{1,2}****Khivintseva EV¹****Korovina ES¹****Kucepalova GU³**

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный
медицинский университет» Минздрава России

²Центр прорывных исследований
«IT в медицине» СамГМУ

³ГБУЗ СОКБ им. В.Д. Середавина

¹Samara State
Medical University

²Center for breakthrough research
«IT in Medicine» SSMU

³Samara regional hospital n.a. V.D. Seredavin

Цель — изучение эффекта влияния демонстрации движения от первого лица в виртуальной реальности на восстановление двигательной функции у пациентов в остром периоде острого нарушения мозгового кровообращения.

Материалы и методы. Проведен анализ 45 пациентов в возрасте 58 ± 7 лет в остром периоде острого нарушения мозгового кровообращения. Пациенты были рандомизированы в две группы сравнения. Пациенты первой группы получали реабилитацию в объеме стандартов оказания медицинской помощи и дополнительно занятия на нейротренажере. Пациентам второй группы оказывались только стандартные реабилитационные мероприятия. В качестве занятий на нейротренажере проводилась демонстрация движения от первого лица в среде виртуальной реальности в количестве 3-7 сеансов, длительностью 15 минут. При этом пациент мог видеть свои «виртуальные ноги». Скорость ходьбы изменялась в диапазоне от 2-5 км/ч. Оценка двигательной функции по тесту баланса Берга (14 вопросов, с максимальным баллом равном 56, что соответствует отсутствию двигательного дефицита). В качестве статистического анализа использовался метод оценки групп сравнения, имеющих ненормальное распределение (критерий Манна-Уитни).

Результаты. Занятия на нейротренажере показывают свою эффективность на 15-19 день после возникновения инсульта. Наиболее значимые результаты достигаются при начале занятия на нейротренажере в течение 5-9 дней после возникновения инсульта ($p=0,022$). Степень восстановления

Aim — exploring the effect of displaying the motion from the first-person's point of view in virtual reality on the recovery of motor disorders among patients in the acute period of cerebrovascular disorder.

Materials and methods. 45 patients with acute cerebrovascular disorder aged 58 ± 7 years were analyzed. Patients were randomized in two groups. The first group received either standard rehabilitation or training with virtual reality equipment. The second group received only standard rehabilitation. Training included displaying the motion from the first-person's point of view in the virtual reality during 3-7 sessions, 15 minutes each. In this exercise a patient could see his "virtual legs". Speed range was 2-5 km/h. Berg's balance assessment was used to score movement function (14 questions, where max score — 56 points — means that there is no dysfunction to notice). Assessment method for comparing groups with unusual distribution (Mann-Whitney criteria) was used as statistical analysis.

Results. Exercises with the virtual reality equipment show their efficiency on 15th-19th day after stroke. The most significant outcome can be achieved in 5-9 days after stroke ($p=0,022$). The rate of movement function recovery depends on the duration of training ($p=0,001$); the highest outcome can be achieved during the first 3-5 sessions.

двигательной активности зависит от длительности занятий на нейротренажере ($p=0,001$), максимальный результат достигается за первые 3-5 сеансов.

Заключение. Дополнительные занятия на нейротренажере оказывают положительное влияние на краткосрочные результаты по увеличению двигательной активности у пациентов после острого нарушения мозгового кровообращения.

Ключевые слова: виртуальная реальность, центральный парез, инсульт, двигательная реабилитация.

Conclusion. Additional exercises with the virtual reality equipment help to improve outcomes of movement function recovery among patients with acute cerebrovascular disorder.

Keywords: virtual reality, central paresis, stroke, movement rehabilitation.

■ ВВЕДЕНИЕ

За последние два десятилетия применение обучения в виртуальной реальности (ВР) стало крайне популярным. ВР стала применяться в образовательных и медицинских учреждениях для улучшения результатов учебной деятельности и реабилитации. Использование технологии ВР в нейрореабилитации дает особенно значительный эффект за счет чувства реальности во время тренировок. Это способствует приобретению или восстановлению навыков и их закреплению, а также функциональным перестройкам в нервной системе. У пациентов с заболеваниями центральной и периферической нервной систем снижена способность взаимодействия с окружающей действительностью из-за формирующихся двигательных, когнитивных и психических расстройств. Использование ВР как «суррогата» окружающей среды может потенциально помочь ослабить ношу таких физических или психических ограничений.

Самый важный аспект использования ВР предусматривает получение пользователем новых впечатлений путем физического и эмоционального взаимодействия внутри виртуальной среды, идентичной реальному миру. Сочетание физического, умственного и эмоционального взаимодействия побуждает пользователя к активному участию и вовлекает в процесс взаимодействия с объектами ВР. Пользователи ВР усваивают знания более эффективно, поскольку могут самостоятельно заниматься в пределах обучающего контекста. Формируя новые навыки, пользователи ВР прикладывают умственное усилие, создавая концептуальные модели, которые согласуются с тем, что они уже поняли, и с новым содержанием.

Так, пациенты, перенесшие инсульт, наливают себе в ВР стакан воды на кухне. Управляя виртуальным объектом, они тренируют и совершенствуют моторику мышц, отвечающих за движения рук.

Природа ВР, которая ориентирована на достижение цели, может поддерживать обслуживание и соблюдение нейрореабилитационных программ. Это отличает ВР от традиционных терапевтических занятий, где улучшения физической или когнитивной функции могут быть субъективными или труднораспознаваемыми для пациента [1].

Во всем мире инсульт является одной из основных причин нарушения двигательных функций и оказывает значительное влияние на качество жизни человека [2]. Степень двигательных нарушений может варьироваться от легких нарушений мелкой моторики рук до нарушений двигательных функций всего тела, сопровождающихся

полной утратой движений. И хотя 75-83% людей, переживших инсульт, вновь начинают ходить, восстановить функциональные движения рук удастся лишь 25-45% из них [3]. Поэтому восстановление функции верхних конечностей является сложной задачей при реабилитации.

В этом смысле инновационная нейрореабилитация безусловно способствует восстановлению двигательных функций верхних конечностей. Управляемые жестами игровые консоли ВР, включая Nintendo® Wii и Xbox® Kinect, стали крайне распространённым дополнением обычной физической терапии и показали высокий потенциал эффективного и целесообразного метода двигательной реабилитации [4, 5], особенно для улучшения функций верхних конечностей [6, 7]. Программы ВР для послеинсультной реабилитации основаны на потенциале нейропластичности мозга после неврологической травмы к приобретению и запоминанию новых двигательных навыков, способствующих компенсации сформированного двигательного дефекта.

Цель использования ВР при инсультах заключается в применении принципов усвоения двигательного навыка для нейрореабилитации после инсульта. Таким образом, занятия в ВР призваны усилить обычную терапию, предоставляя средство оказания более специфической, интенсивной и приятной для пациента терапии с обратной связью в реальном времени [8].

Несмотря на потенциальную полезность коммерческих игровых консолей ВР для нейрореабилитации после инсульта, был выявлен и ряд их недостатков. [9].

Во-первых, сложность уровней и управление в играх ВР часто не подходит для реабилитационных целей.

Во-вторых, обратная связь и количественные показатели могут оказаться для пользователя негативными и разочаровывающими.

В-третьих, современные игры ВР не включают неврологическую оценку.

С учетом этого были проведены исследования и разработаны модифицированные программы ВР, предназначенные конкретно для нейрореабилитации инсульта [9].

В качестве методов, повышающих эффективность нейропластических процессов, возникающих в нервной системе при взаимодействии с объектами виртуальной реальности, перспективным является использование возможностей интерфейса «мозг-компьютер» [10, 11, 12].

Данных по применению ВР в реабилитации двигательных нарушений вследствие парезов нижних конечностей, вызванных поражением центрального мотонейрона, крайне мало.

ЦЕЛЬ

Изучение эффекта влияния демонстрации движения от первого лица в виртуальной реальности на восстановление двигательной функции у пациентов в остром периоде ишемического инсульта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование было включено 45 пациентов в возрасте 58±7 лет, находившихся на стационарном лечении в ГБУЗ СОКБ им В.Д. Середавина. Все пациенты находились в остром периоде острого нарушения мозгового кровообращения. Пациенты с помощью рандомизации были разделены на две группы. В первую группу включено 24 пациента. Данным пациентам помимо стандартной реабилитационной терапии проводились занятия в ВР. Пациентам второй группы (21 человек) проводилась реабилитация в рамках стандарта оказания медицинской помощи.

Занятия в ВР проводились в сроки с 5 по 19 день после возникшего острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) в каротидном бассейне. Число занятий в ВР составляло от 3 до 7 сеансов, каждое занятие длилось не более 15 минут. Демонстрировалась виртуальная среда ходьбы в горизонтальной поверхности по футбольному полю. Пациент мог видеть свои «виртуальные ноги». Скорость ходьбы изменялась реабилитологом в диапазоне от 2-5 км/ч. Оценка двигательной функции происходила по тесту баланса Берга.

Возраст пациентов первой группы составил 57±7 лет, второй группы — 63±1 лет. Распределение по гендерному фактору в анализе не учитывалось в связи с недостаточным количеством включенных в исследование пациентов.

При изучении изменений, возникающих на фоне применения виртуальной реальности, оценивалось несколько основных параметров. Во-первых, сроки возникновения разницы при выполнении теста Берга с момента начала реабилитации в виртуальной реальности. Во-вторых, необходимая длительность занятий в виртуальной реальности для получения статистической разницы при выполнении теста Берга. И, наконец, влияние степени восстановления на общий балл по шкале NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale — шкала тяжести инсульта национальных институтов здоровья, США). Данная шкала используется в качестве стандартной методики оценки тяжести неврологической симптоматики, возникшей на фоне ишемического инсульта.

Неврологический статус оценивался по канадской неврологической шкале, позволяющей получить балльную оценку выраженности неврологического дефицита.

Характер распределения данных оценивался графическим методом и

методом Шапиро-Уилка. Отображение данных представлено в виде М (95% ДИ). Для обработки данных с нормальным типом распределения использовали параметрические методы, а именно: t-тест для независимых группировок. При характере распределения данных, отличном от нормального, применяли непараметрический метод — критерий Манна–Уитни.

Исследование одобрено локальным этическим комитетом СОКБ им. В.Д. Середавина.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всем пациентам на фоне проводимой терапии и реабилитации в рамках стандарта оказания медицинской помощи дополнительно проводились занятия в виртуальной реальности.

Неврологический дефицит по данным оценки канадской неврологической шкалы в исследуемой группе составил 6,5±1 балл, а во второй группе 6,5 балла. Таким образом, сравниваемые группы были сопоставимы по выраженности неврологического дефицита на момент включения в исследование.

День начала занятий определялся стабилизацией пациента и возможностью пациента находиться в положении сидя.

В **таблице 1** представлены данные динамики балла по шкале Берга в зависимости от дня реабилитации. Как видно из предоставленных данных, статистически значимые различия наблюдаются с 15-го дня после возникновения инсульта и с 3-го дня начала реабилитации в виртуальной реальности. Различия, возникшие на 3-ий день, практически не изменялись на протяжении дальнейших дней реабилитации как в исследуемой группе, так и в группе сравнения. Следует отметить высокую скорость достижения статистически значимого различия по способности выполнять двигательные задачи в соответствии со шкалой Берга.

Так, в контрольной группе балл составлял к моменту выписки 35±2, а в группе сравнения 18±4.

Несмотря на столь впечатляющие данные по динамике балла в соответствии со шкалой Берга, таких же зна-

Параметры	1 группа	2 группа	p (Манна-Уитни)
Возраст (лет)	57 (50;60)	63 (60;64)	0,721
Тест Берга (14 день)	27 (21;30)	11 (7;12)	0,233
Тест Берга (15 день)	29 (25;31)	11 (7;13)	0,035
Тест Берга (16 день)	33 (26;35)	11 (7;14)	0,018
Тест Берга (17 день)	33 (27;36)	12 (7;14)	0,004
Тест Берга (18 день)	35 (31;37)	13 (7;15)	0,001
Тест Берга (19 день)	35 (31;38)	18 (12;20)	0,001

Таблица 1. Динамика значений балла по шкале Берга в зависимости от дня реабилитации

Параметры	1 группа	2 группа	p (Манна-Уитни)
NIHSS (день поступления)	16 (14;19)	14 (12;15)	0,820
NIHSS (день выписки)	10 (8;11)	12 (9;12)	0,820

Таблица 2. Динамика значений балла по шкале NIHSS на момент поступления и день выписки из стационара в сравниваемых группах

чимых результатов в динамике балла по шкале NIHSS и канадской неврологической шкалы отмечено не было.

Динамика по выраженности неврологической симптоматики на момент поступления и на день выписки по шкале NIHSS представлена в **таблице 2**.

Обе группы сопоставимы по неврологическому дефициту как на момент поступления в стационар и включения в исследование, так и на момент выписки из стационара.

Выраженность неврологического дефицита по данной шкале не имела корреляции с баллом по шкале Берга. Это обуславливалось прежде всего тем, что при оценке по шкале NIHSS учитывался не только двигательный, но и сенсорный дефициты, нарушение корковых функций и черепно-мозговых нервов. Кроме того, один и тот же неврологический дефицит, например умеренной выраженности парез нижней конечности, не препятствует выполнению заданий по шкале Берга.

Таким образом, пациенты демонстрируют успешное выполнение заданий, соответствующих шкале Берга, при умеренном и выраженном двигательном неврологическом дефиците. На уменьшение ограничений двигательной функции у пациентов после ОНМК купирование пареза достоверного влияния не оказывает. Об этом свидетельствует выраженная динамика по шкале Берга и отсутствие таковой по данным шкалы NIHSS.

■ ВЫВОДЫ

Занятия на нейротренажере показывают свою эффективность на 15-19 день после возникновения инсульта. Наиболее значимые результаты достигаются при начале занятия на нейротренажере в течение 5-9 дней после возникновения ОНМК ($p=0,022$).

Степень восстановления двигательной активности зависит от длительности занятий в ВР ($p=0,001$), максимальный результат достигается за первые 3-5 сеансов. На успешность выполнения двигательных задач выраженность пареза достоверного влияния не оказывает (если речь идет о выраженной и умеренной степени выраженности пареза).

Реабилитационный потенциал пациентов после ОНМК достаточно высок и не имеет значительных ограничений вследствие наличия умеренного и выраженного пареза. Для уточнения длительного реабилитационного эффекта необходимо продолжить наблюдение за данными пациентами. Это позволит оценить динамику двигательных нарушений и длительность сохранения сформированных двигательных навыков. К моменту выписки пациента из стационара данный ответ не является очевидным по причине малого срока от момента возникновения ОНМК. ■

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Van den Broek M.D. Why does neurorehabilitation fail? *J Head Trauma Rehabil.* 2005;982:464- 473.
2. Krishnamurthi RV, Feigin VL, Forouzanfar MH, Mensah GA, Connor M, Bennett DA, Moran AE, Sacco RL, Anderson LM, Truelsen T, O'donnell M, Venketasubramanian N, Barker-Collo S, Lawes CM, Wang W, Shinohara Y, Witt E, Ezzati M, Naghavi M, Murray C. Global Burden of Diseases, I.R.F.S., and Group, G.B.D.S.E. . Global and regional burden of first-ever ischaemic and haemorrhagic stroke during 1990-2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet Glob Health* 1, 2013;80:259-281. doi: 10.1016/S2214-109X(13)70089-5.
3. Nakayama H, Jorgensen HS, Raaschou HO, Olsen TS. Recovery of upper extremity function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994;75:394-398.
4. Moreira MC, De Amorim Lima AM, Ferraz KM, Benedetti Rodrigues MA. Use of virtual reality in gait recovery among post stroke patients--A systematic literature review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology.* 2013;8:357-362. doi: 10.3109/17483107.2012.749428.
5. Lohse KR, Hilderman CG, Cheung KL, Tatla S., Van Der Loos HF. Virtual reality therapy for adults post-stroke: a systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy. *PLoS One.* 2014;(9):93318. doi: 10.1371/journal.pone.0093318.
6. Thomson K, Pollock A, Bugge C, Brady M. Commercial gaming devices for stroke upper limb rehabilitation: a systematic review. *Int J Stroke.* 2014;9:479-488. doi: 10.1111/ijss.12263.
7. Laver K, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation: an abridged version of

- a Cochrane review. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014;51:497-820. doi: 10.1002/14651858.CD008349.pub3.
8. Levin M, Magdalon EC, Michaelsen SM, Quevedo A. Quality of Grasping and the Role of Haptics in a 3D Immersive Virtual Reality Environment in Individuals With Stroke. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2015. doi: 10.1109/TNSRE.2014.2387412.
9. Bower KJ, Louie J, Landesrocha Y, Seedy P, Gorelik A, Bernhardt J. Clinical feasibility of interactive motion-controlled games for stroke rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil.* 2015;12:63. doi: 10.1186/s12984-015-0057-x.
10. Пятин В.Ф., Колсанов А.В., Сергеева М.С., Захаров А.В., Антипов О.И., Коровина Е.С., Тюрин Н.Л., Глазкова Е.Н. Информационные возможности использования мю- и бета-ритмов ЭЭГ доминантного полушария в конструировании нейрокомпьютерного интерфейса. *Фундаментальные исследования.* 2015;2(5):975-978.
- Pyatin VF, Kolsanov AV, Sergeeva MS, Zakharov AV, Antipov OI, Korovina ES, Tyurin NL, Glazkova EN. Information possibilities of using mu and beta EEG rhythms of the dominant hemisphere in the designing brain-computer interface. *Fundamental'nye issledovaniya.* 2015;2(5):975-978. (In Russ.).
11. Хивинцева Е.В., Сергеева М.С., Пятин В.Ф., Колсанов А.В., Захаров А.В., Антипов О.И., Коровина Е.С. Динамика сенсомоторной активности коры головного мозга при интенции движения. *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* 2016;(6):40-43.
- Hivinceva EV, Sergeeva MS, Pyatin VF, Kolsanov AV, Zakharov AV, Antipov OI, Korovina ES. Dynamics of sensorimotor cortex activity during an intention movement. *Neirokomp'yutery: razrabotka, primeneniye.* 2016;(6):40-43. (In Russ.).

12. Сергеева М.С., Пятин В.Ф., Колсанов А.В., Захаров А.В., Антипов О.И., Коровина Е.С. Модуляция сенсомоторных ритмов ЭЭГ. *Биомедицинская радиоэлектроника. По материалам XII Международного междисциплинарного конгресса и Научной школы «Нейронаука для медицины и психологии. Новейшие разработки в фундаментальных и прикладных нейроисследованиях и психологии»*. 2016;5(2):28-30.

Sergeeva MS, Pyatin VF, Kolsanov AV, Zakharov AV, Antipov OI, Korovina ES. Modulation of sensorimotor EEG rhythms. *Biomeditsinskaya radioelektronika. Po materialam XII Mezhdunarodnogo mezhdistsiplinarnogo kongressa i Nauchnoi shkoly «Neironauka dlya meditsiny i psikhologii. Noveishie razrabotki v fundamental'nykh i prikladnykh neuroissledovaniyakh i psikhologii»*. 2016;5(2):28-30. (In Russ.).

■ Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Пятин В.Ф., Сергеева М.С., Захаров А.В.
Сбор и обработка материала: Сергеева М.С., Коровина Е.С., Г.Ю. Куцепалова
Статистическая обработка: Сергеева М.С., Коровина Е.С.

Написание текста: Сергеева М.С., Хивинцева Е.В.

Редактирование: Пятин В.Ф., Повереннова И.Е., Колсанов А.В.

Конфликт интересов отсутствует.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Захаров А.В. — к.м.н., доцент кафедры неврологии и нейрохирургии, заведующий лабораторией нейроинтерфейсов ЦПИ «Информационные технологии в медицине».
E-mail: zakharov1977@mail.ru

Пятин В.Ф. — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой физиологии с курсом БЖД, начальник отдела нейроинтерфейсов и прикладной нейрофизиологии ЦПИ «Информационные технологии в медицине».
E-mail: pyatin_vf@list.ru

Колсанов А.В. — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой оперативной хирургии, клинической анатомии с курсом инновационных технологий, руководитель ЦПИ «Информационные технологии в медицине».
E-mail: avkolsanov@mail.ru

Повереннова И.Е. — д.м.н., профессор, заведующая кафедрой неврологии и нейрохирургии СамГМУ.
E-mail: ipover555@mail.ru

Сергеева М.С. — к.б.н., доцент кафедры физиологии с курсом БЖД, заведующая лабораторией прикладной нейрофизиологии ЦПИ «Информационные технологии в медицине».
E-mail: marsergr@yandex.ru

Хивинцева Е.В. — к.м.н., доцент кафедры неврологии и нейрохирургии ФГБОУ ВО СамГМУ.
E-mail: elena.v.kh@mail.ru

Коровина Е.С. — аспирант кафедры физиологии с курсом БЖД. E-mail: korovina_ekateri@mail.ru

Куцепалова Г.Ю. — врач функциональной диагностики ГБУЗ СОКБ им. В.Д. Середавина.
E-mail: samaranevr@mail.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Zakharov AV — PhD, associate professor of the Department of neurology and neurosurgery, head of the Laboratory of neurointerface of the Center for breakthrough research «IT in Medicine», Samara State Medical University.
E-mail: zakharov1977@mail.ru

Pyatin VF — PhD, professor, head of the Department of physiology with the course of life safety, head of the Department of neurointerfaces and applied neurophysiology of the Center for breakthrough research «IT in Medicine», Samara State Medical University.
E-mail: pyatin_vf@list.ru

Kolsanov AV — PhD, professor, head of the Department of surgery, clinical anatomy with the course of innovative technologies, head of the Center for breakthrough research «IT in Medicine», Samara State Medical University.
E-mail: avkolsanov@mail.ru

Poverennova IE — PhD, professor, head of the Department of neurology and neurosurgery of Samara State Medical University.
E-mail: ipover555@mail.ru

Sergeeva MS — PhD, associate professor of the Department of physiology with the course of life safety, head of the Laboratory of applied neurophysiology of the Center for breakthrough research «IT in Medicine», Samara State Medical University.
E-mail: marsergr@yandex.ru

Khivintseva EV — PhD, associate professor of the Department of neurology and neurosurgery of Samara State Medical University.
E-mail: elena.v.kh@mail.ru

Korovina ES — postgraduate student at the Department of physiology with the course of life safety of Samara State Medical University.
E-mail: korovina_ekateri@mail.ru

Kucepalova GYu — doctor of functional diagnostics at Samara regional hospital n.a. V.D. Seredavin.
E-mail: samaranevr@mail.ru

■ КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Захаров Александр Владимирович
Адрес: ул. Ташкентская 220/22-141,
г. Самара, 443115.
E-mail: zakharov1977@mail.ru
Тел.: +7 (917) 162 03 01

■ CONTACT INFORMATION

Zakharov Aleksandr Vladimirovich
Address: 220/22-141, Tashkentskaya st.,
Samara, Russia, 443115.
E-mail: zakharov1977@mail.ru
Tel.: +7 (917) 162 03 01