

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ВСЕРОССИЙСКАЯ ГРУППА ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ ИЕЕЕ  
АКАДЕМИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ  
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ООО «ОТКРЫТЫЕ РЕШЕНИЯ»  
ОБЩЕСТВО «ЗНАНИЕ» РОССИИ  
ПРИВОЛЖСКИЙ ДОМ ЗНАНИЙ

*XXII Международная  
научно-техническая конференция*

**ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ  
В ОБРАЗОВАНИИ, УПРАВЛЕНИИ,  
ЭКОНОМИКЕ И ТЕХНИКЕ**

*Сборник статей*

*Декабрь 2022 г.*

Пенза

УДК 004  
ББК 32.81я43+74.263.2+65.050.2я43  
П781

П781 **ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ В ОБРАЗОВАНИИ,  
УПРАВЛЕНИИ, ЭКОНОМИКЕ И ТЕХНИКЕ :**  
сборник статей XXII Международной научно-технической  
конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2022. – 356 с.

ISBN 978-5-8356-1800-2  
ISSN 2311-0406

**Под редакцией *В.И. Горбаченко***, доктора технических наук,  
профессора;  
***В.В. Дрождина***, кандидата технических наук,  
профессора

Информация об опубликованных статьях предоставлена в систему Рос-  
сийского индекса научного цитирования (РИНЦ) по договору  
№ 573-03/2014К от 18.03.2014.

ISBN 978-5-8356-1800-2  
ISSN 2311-0406

© Пензенский государственный  
университет, 2022  
© АННМО «Приволжский Дом знаний», 2022

*XXII International  
scientific and technical conference*

**PROBLEMS OF INFORMATICS  
IN EDUCATION, MANAGEMENT,  
ECONOMICS AND TECHNICS**

*December, 2022*

Penza

УДК 364-786  
УДК 616.831-005  
УДК 004.5  
УДК 004.946

## **РЕАБИЛИТАЦИЯ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ОСТРОГО НАРУШЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ**

В.А. Мачихин, Ю.В. Никольская, Т.А. Антипова, А.В. Захаров,  
П.Г. Пичугина, Д.Д. Морева, В.А. Поляков, А.С. Кисляев,  
Д.И. Цисельская, П.С. Кузнецов

## **REHABILITATION IN VIRTUAL REALITY OF MOTOR DISORDERS IN ACUTE PERIOD OF ACUTE CEREBROVASCULAR ACCIDENT**

V.A. Machikhin, Yu.V. Nikolskaya, T.A. Antipova, A.V. Zakharov,  
P.G. Pichugina, D.D. Moreva, V.A. Polyakov, A.S. Kislyayev, D.I. Tsiselskaya,  
P.S. Kuznetsov

**Аннотация.** Проблема острого нарушения мозгового кровообращения находится на высоком уровне актуальности. Восстановление двигательной функции в основном происходит при активации нейропластичности и функциональной перестройки двигательной коры головного мозга. Показано, что дополнительные занятия в виртуальной реальности оказывают положительное влияние на краткосрочные результаты по увеличению двигательной активности у пациентов после перенесенного инсульта.

**Ключевые слова:** виртуальная реальность, инсульт, двигательная реабилитация.

**Abstract.** The problem of acute cerebrovascular accident is at a high level of relevance. Restoration of motor function mainly occurs when neuroplasticity and functional restructuring of the motor cortex of the brain are activated. It is shown that additional classes in virtual reality have a positive effect on short-term result

**Key words:** virtual reality, stroke, motor rehabilitation.

Проблема острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) находится на постоянно высоком уровне актуальности. Причиной этому служат не снижающаяся заболеваемость ОНМК и выраженные неврологические нарушения, возникающие после перенесенного инсульта. Наибольшую инвалидизацию составляют двигательные нарушения. Данные

нарушения, как правило, в виде центральных парезов различной выраженности и локализации. Восстановление двигательных нарушений является одной из основных целей реабилитации при ОНМК и ряде других неврологических заболеваний [2,3]. Низкое качество жизни пациентов после перенесенного ОНМК или других неврологических заболеваний во многом зависит от выраженности двигательного дефицита. [5]

По мере стабилизации гемодинамических показателей расширяются реабилитационные мероприятия, проводимые пациентам. Начало их приходится на острый период, практически у постели пациента. Эффективность реабилитации напрямую зависит от скорости вертикализации пациента. Ограничение для максимальной реализации реабилитационного потенциала оказывают речевые нарушения, unilateral spatial neglect синдром, push-синдром и ряд других неврологических нарушений.

Современные направления формирования реабилитационных мероприятий и тренажеров направлены на решение данных проблем. С этой целью используют не только традиционные методы двигательной реабилитации но и современные методы, такие как например интерфейс «мозг-компьютер» и виртуальная реальность (VR). [1,4,5,6] Восстановление двигательной функции в основном происходит при активации нейропластичности и функциональной перестройки двигательной коры головного мозга. [5,6]

Целью исследования являлось изучение эффекта демонстрации движения от первого лица в виртуальной реальности на восстановление двигательной функции у пациентов в остром периоде острого нарушения мозгового кровообращения. Во всем мире инсульт является одной из основных причин нарушения двигательных функций, и оказывает значительное влияние на качество жизни человека, пережившего его. Степень нарушений может варьироваться от легких нарушений мелко моторных функций, и ограничиваться одной конечностью до нарушений двигательных функций всего тела. 75-83% людей, переживших инсульт, переучиваются ходить, всего лишь у 25-45% людей удаётся восстановить функциональные движения рук, и восстановление функции верхних конечностей - сложная задача при реабилитации.

Таким образом, требуется вмешательство инновационной нейрореабилитации, которая могла бы поспособствовать восстановлению двигательных функций верхних конечностей. Управляемые жестами игровые консоли VR, включая Nintendo® Wii и Xbox® Kinect, стали крайне распространённым дополнением обычной физической терапии и показали потенциал эффективного и целесообразного после инсультного метода лечения, особенно для улучшения функций верхних конечностей. Программы VR для

послеинсультной реабилитации основаны на потенциале нейропластичности мозга после неврологической травмы к приобретению и запоминанию новых двигательных навыков для восстановления двигательных функций. Цель терапии ВР при инсультах - применение принципов усвоения двигательного навыка для нейрореабилитации после инсульта. Таким образом, системы ВР призваны усилить обычную терапию, предоставляя средство оказания более специфической, интенсивной и приятной терапии с обратной связью в реальном времени. Несмотря на потенциальную полезность коммерческих игровых консолей ВР для нейрореабилитации после инсульта, был выявлен ряд их недостатков: 1) игры ВР, рассчитанные на общее население, могут оказаться слишком трудными для пациентов после инсульта с физическими и когнитивными нарушениями; 2) сложность уровней и управление в играх ВР часто не подходит для реабилитационных целей; 3) обратная связь и количественные показатели могут быть негативными и разочаровывающими для пользователя; 4) современные игры ВР не включают в себя неврологическую оценку; 5) ВР не предусматривает множественные факторы окружающей среды, связанные с двигательной активностью.

В ответ на некоторые из этих недостатков, были проведены исследования и разработаны модифицированные программы ВР, предназначенные конкретно для нейрореабилитации инсульта. В них были использованы адаптируемые компоненты программного обеспечения и оборудования коммерческих систем ВР такие как, Kinect system. и руководства врачей. Эти адаптированные системы ВР оснащены новыми функциями, такими как: 1) возможность терапевта адаптировать параметры задания в соответствии с нуждами пациента в режиме онлайн; 2) автоматическое записывание движений пациента для предоставления терапевту данных, описывающих прогресс восстановления двигательной функции, включая уровень компенсаторных движений.

Нами был проведен анализ 45 пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения в возрасте  $58 \pm 7$  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 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 равным 56, соответствующее отсутствию двигательного дефицита). В качестве статистического анализа использовался метод оценки групп сравнения имеющих ненормальное распределение (критерий Манна-Уитни).

На момент начала реабилитации пациенты находились в лежачем положении, двигательный дефицит в конечностях составлял 0-2 баллов по пятибалльной шкале оценки мышечной силы. По шкале NIHSS балл составлял от 8 до 12 баллов. При первом тестировании по шкале Берга было 3-4 балла. Пациентам исследуемой группы проводилась демонстрация движения в пространстве «от первого лица» в течении 3-4 сеансов. Способность пациентов к самостоятельному сидению в постели в течении 2 минут наблюдалась после 1-2 сеансов терапии. После третьего сеанса пациенты могли быть вертикализированы с односторонней поддержкой. Такая динамика у пациентов контрольной группы наблюдалась на более поздних этапах, через 16-20 дней от момента возникновения инсульта. Основным положительным эффектом, наблюдаемым после 1-2 сеансов, было значительное уменьшение выраженности unilateral spatial neglect синдрома.

По данным анкетирования шкалы Берга в контрольной группе средний балл оставался на уровне 3-5 баллов к 10 дню после возникновения инсульта. В исследуемой группе балл составил 16-24 балла ( $p < 0,001$ ). Положительная динамика в течении последующих дней госпитализации прогрессивно нарастала. К окончанию госпитализации, как правило на 21 день, в контрольной группе по шкале Берга отмечалось  $15 \pm 4$  балла, в исследуемой группе  $34 \pm 5$  баллов ( $p < 0,001$ ). Пациенты исследуемой группы могли самостоятельно передвигаться в пределах помещения под присмотром, нахождение в вертикальном положении было устойчивым и не требовало посторонней помощи, пациенты самостоятельно сидели и вставали с кровати.

Таким образом, дополнительные занятия на нейротренажере оказывают положительное влияние на краткосрочные результаты по увеличению двигательной активности у пациентов после острого нарушения мозгового кровообращения. Данный подход позволяет избегать трудностей, возникающих при наличии у пациентов речевых нарушений и unilateral spatial neglect синдрома. Очевидным преимуществом виртуальной реальности так же является интуитивно понятное задание которое пациенту предлагается выполнять. Дальнейшими перспективами использования виртуальной реальности в реабилитации пациентов неврологического профиля является дополнение ее нейрообратной связью и нейроуправление виртуальной средой.

### Библиографический список

1. Агапов С.Н., Буланов В.А., Захаров А.В., Сергеева М.С. Сравнение классификаторов в задаче классификации единичных зрительных вызванных потенциалов коры головного мозга человека // Журнал высшей нервной деятельности им. ИП Павлова. – 2017. – Т. 67, № 4. – С. 521-526.
2. Захаров А.В., Кузнецова Н.И., Хивинцева Е.В., Власов Я.В. Особенности реабилитации при рассеянном склерозе // Неврологический вестник (Журнал им. В.М. Бехтерева). – 2010. – Т.13, №1. – С. 110-114.
3. Кислицын Ю.В., Борисов Д.Н. Качество жизни больных, перенесших атеротромботический инсульт в каротидной системе // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2015. – Т. 115. – С. 20-22.
4. Котов С.В., Турбина Л.Г., Бобров П.Д., Фролов А.А., Павлова О.Г., Курганская М.Е., Бирюкова Е.В. Реабилитация больных, перенесших инсульт, с помощью биоинженерного комплекса «интерфейс мозг – компьютер + экзоскелет» // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2014. – Т.114, №12. – С. 66-72.
5. Повереннова И.Е., Власов Я.В., Захаров А.В., Кузнецова Н.И., Романова Т.В., Кацнельсон В.М., Платонова А.С., Устинова Е.В. Некоторые проблемы реабилитации инвалидов, больных рассеянным склерозом, в учреждениях социальной защиты // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2009. – Т. 109, № 2. – С. 129.
6. 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. – Т. 2, № 5.- С. 975-978.

#### **Мачихин В.А.**

Самарский технический университет,  
г. Самара, Россия

#### **Никольская Ю.В.**

СШОР "Икар",  
г. Саров, Россия

#### **Антипова Т.А.**

#### **Захаров А.В.**

Самарский государственный медицинский университет,  
г. Самара, Россия

#### **Machikhin V.A.**

Samara Technical University,  
Samara, Russia

#### **Nikolskaya Yu.V.**

SShOR "Icarus",  
Sarov, Russia

#### **Antipova T.A.**

#### **Zakharov A.V.**

Samara State Medical University,  
Samara, Russia



**Пичугина П.Г.**  
Пензенский государственный  
университет,  
г. Пенза, Россия

**Морева Д.Д.**  
Нижегородский государственный  
политехнический университет  
им. А.Н. Алексеева,  
г. Нижний Новгород, Россия

**Поляков В.А.**  
Самарский государственный  
медицинский университет,  
г. Самара, Россия

**Кисляев А.С.**  
ФОУ ВПО «СМУ «РЕАВИЗ»  
г. Самара, Россия

**Цисельская Д.И.**  
Самарская городская  
клиническая больница №2  
имени Н.А. Семашко,  
г. Самара, Россия

**Кузнецов П.С.**  
ФОУ ВПО «СМУ «РЕАВИЗ»  
г. Самара, Россия

**Pichugina P.G.**  
Penza State University,  
Penza, Russia

**Moreva D.D.**  
Nizhny Novgorod State Polytechnic  
University them. A.N. Alekseeva,  
Nizhny Novgorod, Russia

**Polyakov V.A.**  
Samara State Medical University,  
Samara, Russia

**Kislyaev A.S.**  
FEI VPO "SMU "REAVIZ",  
Samara, Russia

**Tsiselskaya D.I.**  
Samara City Clinical Hospital №2  
named after N.A. Semashko,  
Samara, Russia

**Kuznetsov P.S.**  
FEI VPO "SMU "REAVIZ",  
Samara, Russia

---

УДК 004.42

## **НАСТРОЙКА ДИНАМИЧЕСКОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ НА МАРШРУТИЗАТОРАХ ФИРМЫ CISCO**

А.Н. Неведомский, В.В. Лебедев, О.Л. Чернышев

## **CONFIGURING DYNAMIC ROUTING ON ROUTERS CISCO**

A. N. Nevedomsky, V. V. Lebedev, O.L. Chernishev

**Аннотация.** В статье обсуждаются вопросы настройки динамической маршрутизации на маршрутизаторах с применением протокола RIP2 и моделирования ЛВС на базе CiscoPacketTracer.

**Ключевые слова:** ЛВС, маршрутизатор, маршрутизация.