



УДК 159.91

EDN HMZYAS

<https://doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-3-268-278>

Новые подходы к средствам и методикам оценки функционального состояния

И. Б. Сиваченко ¹, О. А. Любашина ¹

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН, 199034, Россия, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 6

Сведения об авторах

Иван Борисович Сиваченко, SPIN-код: 4049-8950, Scopus AuthorID: 55882139900, ResearcherID: AAC-8883-2022, ORCID: 0000-0001-8548-8823, e-mail: avans_d@mail.ru

Ольга Анатольевна Любашина, SPIN-код: 5257-4057, Scopus AuthorID: 6505777191, ResearcherID: A-6241-2017, ORCID: 0000-0002-6296-4628, e-mail: lyubashinaoa@infran.ru

Для цитирования: Сиваченко, И. Б., Любашина, О. А. (2025) Новые подходы к средствам и методикам оценки функционального состояния. *Интегративная физиология*, т. 6, № 3, с. 268–278. <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-3-268-278> EDN HMZYAS

Получена 23 июля 2025; прошла рецензирование 1 октября 2025; принята 3 октября 2025.

Финансирование: Работа поддержана средствами федерального бюджета в рамках государственного задания ФГБУН Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН (№ 1021062411784-3-3.1.8).

Права: © И. Б. Сиваченко, О. А. Любашина (2025). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях [лицензии CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Аннотация. В представленном литературном обзоре описывается сущность и предпосылки методики двойного когнитивно-моторного тестирования, а также развитие этого метода в отечественной и зарубежной практике. Рассматриваются вопросы регуляции функциональных состояний человека в профессиональной деятельности, включая физиологические и психофизиологические аспекты подготовки операторов. Особое место уделяется системно-ситуационному подходу как теоретической основе для выявления скрытых нарушений функционального состояния. Системно-ситуационный подход интересен тем, что он позволяет прогнозировать динамику состояния человека в ситуациях, приближенных к реальным, анализируя особенности регуляции его психической деятельности в моделированных условиях. Основное внимание уделяется концепции двойных задач (dual-task) — одновременному выполнению моторных и когнитивных действий. Парадигма «совмещенной деятельности» предполагает выполнение нескольких разномодальных задач одновременно. Для диагностики способности к совмещенной деятельности и уровня развития интегративных процессов необходимы специальные методики, моделирующие различные ситуации, в том числе профессиональные. В статье обсуждаются методики оценки и тренировки в условиях двойной задачи, а также их применение для улучшения когнитивных и физических функций у различных групп. Собранные сведения можно рассматривать как доказательство актуальности и научное обоснование применения методики двойного когнитивно-моторного теста.

Ключевые слова: совмещенная деятельность, когнитивно-моторный тест, когнитивная деятельность, тестирование, тренинг, скрининг

New approaches to methods and tools for assessing functional state

I. B. Sivachenko ¹, O. A. Lyubashina ¹

¹ Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, 6 Makarova Emb., Saint Petersburg 199034, Russia

Authors

Ivan B. Sivachenko, SPIN: [4049-8950](#), Scopus AuthorID: [55882139900](#), ResearcherID: [AAC-8883-2022](#), ORCID: [0000-0001-8548-8823](#), e-mail: avans_d@mail.ru

Olga A. Lyubashina, SPIN: [5257-4057](#), Scopus AuthorID: [6505777191](#), ResearcherID: [A-6241-2017](#), ORCID: [0000-0002-6296-4628](#), e-mail: lyubashinaoa@infran.ru

For citation: Sivachenko, I. B., Lyubashina, O. A. (2025) New approaches to methods and tools for assessing functional state. *Integrative Physiology*, vol. 6, no. 3, pp. 268–278. <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2025-6-3-268-278> EDN [HMZYAS](#)

Received 23 July 2025; reviewed 1 October 2025; accepted 3 October 2025.

Funding: The study was supported by state funding allocated to the Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences (project No. 1021062411784-3-3.1.8).

Copyright: © I. B. Sivachenko, O. A. Lyubashina (2025). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under [CC BY License 4.0](#).

Abstract. This literature review describes the principles and rationale for dual cognitive-motor testing methodology and traces its development in national and international practice. It examines the regulation of human functional state during professional activity, including physiological and psychophysiological aspects of operator training and psychological self-regulation. Special attention is given to the system-situational approach as a theoretical framework for identifying latent impairments in functional state. This approach is of particular interest because it facilitates the prediction of an individual's state dynamics in scenarios that approximate real conditions by analyzing the specifics of their cognitive regulation under simulated task loads. The primary focus is on the concept of dual-tasking — the simultaneous performance of motor and cognitive actions. The paradigm of 'combined activity' involves the concurrent execution of multiple, multi-modal tasks. Diagnosing the capacity for combined activity and the level of development of integrative processes requires specialized methodologies that model various situational demands, including those of professional environments. The review discusses methods of assessment and training under dual-task conditions and their application for improving cognitive and physical functions in diverse populations. The compiled information substantiates the relevance and scientific rationale for applying dual cognitive-motor testing methodologies.

Keywords: dual-task activity, cognitive-motor test, cognitive activity, testing, training, screening

Введение

Функциональные возможности индивида выступают ключевым детерминантом надёжности, эффективности и безопасности его профессиональной деятельности. Необходимость и потенциал в создании, а также технической реализации моделей прогнозирования функциональных возможностей были неоднократно отмечены в ранних публикациях отечественных авторов (Водопьянова, Сабитова 2024; Дозорцев, Обознов 2024; Кузнецова и др. 2019; Леонова 2020).

В Российской Федерации вопросы методологического обеспечения надёжности профессиональной деятельности находятся в фокусе детальных исследований начиная с 1990-х годов (Бахтадзе и др. 2025; Бодров, Орлов 1998; Водопьянова 2015; Горячкина и др. 2006; Дозорцев, Обознов 2024; Зотов 2009; Леонова 2020). Тем

не менее непрерывное поступление новых экспериментальных данных, наряду с технологическим прогрессом в практической сфере, обуславливают периодический пересмотр применяемых подходов. В частности, для эффективного выявления скрытых нарушений функционального состояния оптимальным представляется системно-ситуационный подход (Зотов и др. 2011), который в настоящее время является теоретической основой для объяснения результативности диагностических методов применительно к сложно-совмещённой деятельности.

Разрабатываемые в рамках этой парадигмы компьютерные тестовые задания моделируют когнитивные процессы человека в условиях воздействия специфических ситуационных факторов. Анализ характера и степени возникающих в этих условиях нарушений когнитивно-моторной регуляции может быть надёжным базисом для прогнозирования вероятности

дезорганизации произвольной регуляции поведения (так называемых срывов) в соответствующих реальных жизненных ситуациях (Горячкина и др. 2006; Гроховский, Кубряк 2013; Канеман и др. 2005; Науменко, Преображенская 2018).

В настоящее время в отечественной практике разработана методика «Адаптивная модель операторской деятельности», предназначенная для оценки интегративных аспектов совмещённой деятельности операторов (Городецкий и др. 2012). Эта методика реализована в форме компьютерной программы, предусматривающей одновременное выполнение когнитивных и моторных заданий. Однако её продолжительность (пять минут) ограничивает применимость для задач быстрого скрининга, а специфический дизайн и формат реализации создают препятствия для её масштабирования, в том числе на другие области профессиональной деятельности. Тем не менее проведённые валидационные и верификационные исследования подтверждают, что процедура когнитивно-моторных заданий является диагностической основой для оценки функциональных возможностей человека с позиций системно-ситуационного подхода.

В западных научных публикациях методологии, использующие когнитивно-моторные задания, демонстрируют нарастающую популярность. Двойные задачи, требующие сложно-совмещённой деятельности, активно применяются в методологии диагностики и реабилитации в клинической практике, а также в тестовых и тренировочных системах в спорте, военной сфере и других областях. Примечательно, что публикационная активность зарубежных исследователей в этой области значительно возросла за последние пять лет. Если до 2013 года ежегодно публиковалось 1–2 научные работы, то в период 2014–2019 годов этот показатель увеличился до 4–5 публикаций в год. Начиная с 2020 года только по направлению применения двойных когнитивно-моторных протоколов в сфере тестирования ежегодно появляется до 20 публикаций. Такая динамика убедительно свидетельствует о растущем научном интересе к данному методу и актуальности технически реализованных на его основе методик.

Системно-ситуационный подход в выявлении скрытых расстройств функционального состояния

Функциональное состояние — комплекс различных характеристик тех функций и качеств человека, которые прямо или косвенно обуслов-

ливают процесс трудовой деятельности (Бодров, Орлов 1998; Горячкина и др. 2006). Развитие методологии оценки и прогнозирования функционального состояния при решении прикладных задач профессиональной деятельности позволило решать вопросы его диагностики, нормирования, определения работоспособности и восстановления лиц оперативного персонала. Основываясь на методологии оценки функционального состояния, под функциональной надёжностью понимается динамический компонент функционального состояния, отражающий устойчивость и резервные возможности функциональных систем организма человека по обеспечению высокой профессиональной работоспособности (эффективности и безопасности деятельности) в любых (в том числе экстремальных) профессиональных условиях. Сущность данного подхода состоит в том, что функциональные возможности человека представляются как функциональная система, объединяющая психофизиологические резервы, резервы вегетативных функций и резервные возможности регуляторных систем организма.

В работе Т. Г. Горячкиной (Горячкина и др. 2006) представлены результаты оценки функционального состояния оперативного персонала атомной электростанции. В ходе анализа выделены три класса по цветам «светофора». Распределение функционального состояния, по данным индивидуальной variability сердечного ритма на фоне выполнения простой зрительно-моторной реакции, у обследованных операторов до и после рабочей смены показало, что уже в предсменном периоде 13% операторов по функциональному состоянию относились к красному цвету светофора и им требовались корректирующие мероприятия.

Экспериментальные исследования (Горячкина и др. 2006), проведённые на операторах сложных систем управления, позволили сформировать принципы оценки и прогнозирования функциональной надёжности оператора:

- 1) принцип структурно-динамической характеристики функциональных резервов. Высокая функциональная надёжность характеризуется узким диапазоном колебания психофизиологических показателей и широким диапазоном резервов вегетативного обеспечения, низкая функциональная надёжность — сужением возможностей вегетативного обеспечения и возрастанием колебаний психофизиологических показателей и физиологических функций;
- 2) принцип интегральной количественной оценки. Установлена высокая прогностичность

интегративных показателей (индексов) и кластерного анализа для целей построения обобщённых оценок и прогнозирования динамики функциональных резервов;

- 3) принцип прогностического моделирования обосновывает необходимость создания и технической реализации на персональных компьютерах индивидуальных и популяционных (групповых) статистических и структурно-динамических моделей прогноза функциональных возможностей (функциональной надёжности).

Наличие у человека повышенной уязвимости по отношению к определённым видам возникающих стрессоров является важнейшим фактором риска нарушений функциональных систем. В связи с этим возникает проблема эффективного распознавания признаков такой уязвимости с целью ранней диагностики и профилактики нервно-психических заболеваний.

Имеющиеся в настоящее время попытки решения данной проблемы проводятся с позиций так называемого комплексного подхода к прогнозированию риска психических и функциональных расстройств (Зотов 2009; Зотов и др. 2011). Комплексный подход широко применяется при прогнозировании риска алкогольной и наркотической зависимости, делинквентного, аутоагрессивного поведения и других видов поведенческих расстройств. Однако, несмотря на более чем полувековую историю своего существования, он не привел к существенному повышению эффективности ранней диагностики и профилактики. Низкая эффективность указанного подхода может быть обусловлена не столько недостатками отдельных психологических тестов, сколько недостаточным учетом базовых методологических принципов психологической диагностики, таких как принципы системности, ситуативности и объективности.

Системно-ситуационный подход является альтернативой комплексному. Он основан на проведении системного анализа особенностей регуляции психической деятельности человека в конкретных стрессогенных ситуациях, разработке теоретической модели регуляции деятельности человека в данных ситуациях и создании на основе этой модели компьютерных тестовых заданий, по своему психологическому содержанию моделирующих деятельность человека в условиях воздействия специфических стрессоров. Результаты выполнения этих заданий позволяют прогнозировать поведение человека в реальных стрессовых ситуациях. Если у индивида отмечаются «срывы» произвольной регуляции деятельности в моделируемых усло-

виях, значит, высока вероятность того, что он обнаружит дезадаптивное поведение в соответствующих ситуациях в реальной жизни. Система регуляции поведения человека включает несколько компонентов или уровней, тесно взаимосвязанных друг с другом: физиологический (регуляция вегетативных функций), моторный (регуляция двигательных актов), субъективно-эмоциональный (регуляция эмоциональных переживаний) и когнитивный (регуляция когнитивной активности). В зависимости от вида стрессовых воздействий тот или иной уровень регуляции может выступать в качестве ведущего, остальные имеют по отношению к нему подчинённый характер. При этом в ситуациях психологического стресса в качестве ведущего обычно выступает когнитивный уровень регуляции.

М. В. Зотов в своих работах отмечает (Зотов 2009; Зотов и др. 2011), что в качестве объекта психологического моделирования должны выступать не столько физиологические, субъективно-эмоциональные или моторные компоненты регуляции, сколько когнитивные, то есть способность человека осуществлять произвольный контроль и регуляцию своей когнитивной активности в специфических стрессогенных ситуациях. Создаваемые компьютерные тестовые задания должны моделировать когнитивные процессы человека в условиях воздействия специфических ситуационных стрессоров. Оценка характера и степени возникающих в данных условиях нарушений когнитивной регуляции может служить основой для прогнозирования вероятности «срывов» произвольной регуляции поведения в соответствующих ситуациях в реальной жизни.

Парадигма «совмещенной деятельности» предполагает одновременное выполнение испытуемым нескольких задач — основной и дополнительной; показатели успешности выполнения дополнительной задачи позволяют оценивать динамику когнитивных резервов, затрачиваемых испытуемым при выполнении основной задачи.

Отечественные методики оценки интегративных процессов совмещенной деятельности

Наблюдения за операторами сложных видов деятельности (Городецкий и др. 2012) показали, что для достижения высокого качества в их работе недостаточно иметь только высокоразвитые первичные психические функции (внимание, память, мышление, моторику и т. п.).

Работа операторов требует умения объединять выполнение различных психических функций в целостную деятельность, в ходе которой происходит практически одновременное осуществление когнитивных и двигательных действий.

Объединение первичных психических функций в структуру целостной деятельности происходит неслучайно. Управление происходит за счёт особых психических процессов, которые получили название «интегративные процессы психики». Этот вид процессов наиболее ярко проявляется, прежде всего, в совмещённой деятельности, где требуется распределение психических функций. Таким образом, успешность выполнения совмещённой деятельности в значительной мере зависит от степени развития у индивида интегративных процессов психики. Благодаря этим процессам человек способен совмещать выполнение нескольких задач практически в одно и то же время, регулируя в процессе деятельности передачу ведущей роли от одних психических функций к другим.

Развивая идею о том, что существуют своего рода «метапроцессы», которые управляют нижестоящими по иерархии функциями, можно предположить, что именно интегративные процессы определяют, какие психические действия будут выполняться на данный момент времени на сознательном уровне, а какие — на бессознательном (или частично осознаваемом) уровне. Такое распределение контроля со стороны сознания за отдельными действиями очень важно для обеспечения совмещённой деятельности, поскольку оно создаёт возможность одновременного выполнения двух и более психических действий. Параллельное функционирование сознательного и бессознательного уровней психики обеспечивается за счёт высокой степени автоматизации некоторых психических процессов, например, высокой автоматизации движения рук или ног. Благодаря этому становится возможным и выполнение совмещённой деятельности, когда одновременно производятся различные психические действия (сенсорные, ментальные, мнемические, моторные, речевые и т. п.).

Для диагностики способности к совмещённой деятельности и, следовательно, уровня развития интегративных процессов необходима специальная методика, которая могла бы воспроизводить процесс объединения различных первичных функций в целостную деятельность.

На основе компьютерных систем (Зотов и др. 2011) были разработаны психодиагностические методики, моделирующие когнитивную деятельность индивида в условиях воздействия специ-

фических ситуационных стрессоров, таких как «Сигнал», РПЭС, «Детекция изменений».

Методика «Сигнал» моделирует ситуацию: человек просматривает газету с целью поиска определённой информации, однако случайно увиденная заметка суицидального содержания «захватывает» его мысли, и он временно «забывает» про цель своей работы. Методика РПЭС моделирует другую ситуацию: индивид разговаривает с собеседником и вдруг в общем шуме слышит голос, произносящий слова, созвучные с его актуальными переживаниями. Человек непроизвольно переключает своё внимание на данный голос и утрачивает нить разговора с собеседником. Методика «Детекция изменений» — индивид осуществляет зрительный поиск определенной цели, однако случайно увиденный аффективный объект («упаковка лекарств») «захватывает» его зрительное внимание, и он «забывает» про целевой объект, который искал. Все три разработанные методики оказались в достаточной мере информативными и валидными инструментами психологической диагностики и успешно используются в системах здравоохранения и медико-психологической помощи населению с целью прогнозирования риска аутоагрессивного и аддиктивного поведения.

Применение методик двойных когнитивно-моторных заданий за рубежом (ключевые работы последних лет)

В последнее время методики с использованием когнитивно-моторных заданий всё чаще встречаются в публикациях зарубежных авторов. Двойные задачи сложно-совмещённой деятельности встречаются в методологии диагностики и реабилитации в клинической практике, в тестовых и тренировочных системах в сферах спорта, военного сопровождения и др.

Так, количество публикаций об апробации и применении подобных программ за последние пять леткратно выросло по сравнению с пятилетием ранее (рис.). В этом можно убедиться, посмотрев на публикационную активность зарубежных исследователей в последние 15 лет. Это свидетельствует о возрастающем интересе к методу и актуальности технически воплощённых на его основе методик.

Одновременное выполнение когнитивных и двигательных задач необходимо для большинства повседневных дел. Эта способность позволяет людям обращать внимание на окружающую среду и при этом избегать препятствий во время ходьбы. Независимое параллельное

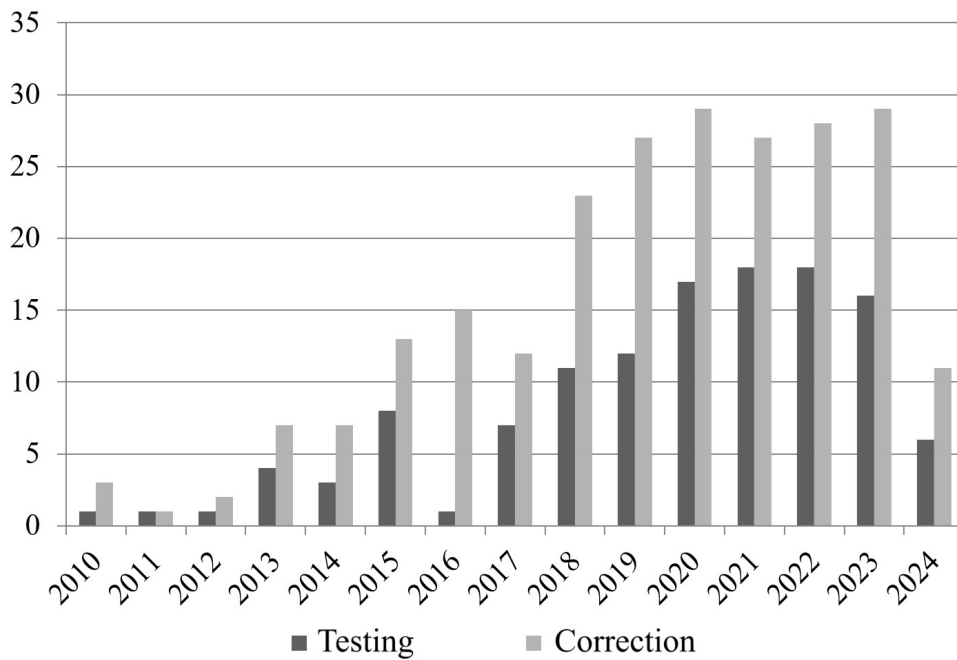


Рис. Иллюстрация роста публикационной активности по данным базы научных публикаций Pubmed. Поисковый запрос: motor-cognitive dual task (источник: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>)

Fig. Growth in publication activity on dual cognitive-motor tasks. Data sourced from PubMed (search query: “motor-cognitive dual task”) (URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>)

выполнение двух задач с различными целями определяется как ситуация двойной задачи. В частности, двойные когнитивно-моторные задачи представляют собой одновременную обработку двигательной (например, походка, начало ходьбы, равновесие или физические упражнения) и когнитивной (внимание, принятие решений, рабочая память и др.) активности. Такое взаимодействие между когнитивными и двигательными способностями наблюдается между некоторыми функциями, такими как внимание и двигательная активность (другими исполнительными функциями) (Zhang et al. 2023). Нейронные системы, обеспечивающие активность когнитивно-моторных процессов, в основном расположены в префронтальных областях мозга. По мнению большинства зарубежных авторов (Manciorri et al. 2021), когда требования к выполнению двух задач одновременно превышают отдельно когнитивные и двигательные навыки, это может повлиять на итоговую эффективность выполнения одной или обеих задач. Этот вывод подтверждает основные теории двойных заданий: теорию узкого места и теорию ограниченного распределения внимания — из-за ограниченных возможностей параллельной обработки снижается результативность выполнения каждого задания в отдельности и нарушается как мини-

мум одна функция. Теория узких мест гласит, что, когда две задачи задействуют одни и те же нейронные сети, одна или обе функции снижаются или задерживаются.

Измерение времени реакции в экспериментальных условиях обычно используется для оценки когнитивных способностей путем выполнения испытуемым стандартных простых тестов. Так, учеными (Marrone et al. 2023) был разработан новый метод измерения времени отклика с использованием системы, состоящей из светодиодов, излучающих световые стимулы и оснащённых датчиками приближения. Время реакции измеряется как время, необходимое субъекту для выключения светодиодной мишени путем перемещения руки к датчику. С помощью оптоэлектронной системы пассивных маркеров оценивается соответствующая реакция на движение. Были определены две задачи из 10 стимулов каждая: задачи на простое время реакции и время реакции на распознавание. Сообщается, что на время ответа влияет сложность задачи. В отличие от обычно используемых тестов разработанный метод оказался адекватным для одновременной оценки реакции по времени и движению. Кроме того, благодаря игровому характеру тестов, этот метод также можно использовать в клинических и педиатрических целях для измерения

влияния двигательных и когнитивных нарушений на RT.

В другой работе (Lucia et al. 2023) отмечены различия при выполнении когнитивно-моторных заданий в рамках тренировки когнитивных функций и повышения результативности спортивной деятельности баскетболистов. Результаты показали, что участники экспериментальной группы имели некоторые улучшения по сравнению с итогами предварительных тестов и группой сравнения. Улучшены результаты в упражнении по ведению мяча. Исследование подтвердило эффективность предложенного протокола когнитивно-моторной тренировки как на спортивные, так и на когнитивные способности баскетболистов.

Группа Л. Карен (McCulloch et al. 2023) предлагает разработанный портативный тест тактической ловкости (POWAR-TOTAL). Это тест, основанный на эффективности профессиональной деятельности, предназначенный для оценки состояния военнослужащих, находящихся на действительной службе, с диагнозом лёгкой черепно-мозговой травмы. Результаты тестирования могут быть полезными при решении о возвращении на службу. Чтобы проверить достоверность и оперативность измерения POWAR-TOTAL, в этом исследовании были собраны результаты самооценки и производительности военнослужащих, находящихся на действительной службе, до и после эпизода лечения физиотерапевтом.

Значительные улучшения показателей, о которых сообщают сами пациенты, и показателей, основанных на результатах, включая POWAR, наблюдались после терапии с умеренной и значительной величиной воздействия. Улучшение результативности, зафиксированное системой POWAR, коррелировало с улучшением как объективной производительности, так и показателей, сообщаемых самими участниками. После терапии участники продемонстрировали более высокие двигательные показатели в системе POWAR.

Сложные когнитивно-моторные тестовые измерения для военнослужащих могут помочь в оценке восстановления и способности успешно вернуться в строй после сотрясения мозга в рамках комплексного подхода к обследованию. POWAR-TOTAL отражает улучшение выполнения военной задачи после завершения физиотерапии и может служить индикатором физического восстановления и готовности к возвращению в строй.

В настоящее время в научном сообществе уделяется значительное внимание недорогим и неинвазивным маркерам предикторов забо-

леваний функциональных систем, в частности в когнитивной сфере.

Когнитивно-моторные задания и основанные на них методики широко внедряются в клиническую практику диагностики, коррекции и профилактики деменции. Отмечалось, что лёгкие когнитивные нарушения значительно повышают риски прогрессирования деменции.

Двигательная активность человека рассматривается не просто как автоматическое поведение, а как результат широко распространённой и сложной системы связей. Рекомендуется использовать различные комбинации двигательных задач и когнитивных упражнений. В практике внедряются авторские методы и технологии когнитивно-моторных заданий, таких как SensHand и SensFoot (постукивание передним пальцем и постукивание пяткой по носку) (Fritz et al. 2015; Hunter et al. 2018; Langeard et al. 2021; Mancioffi et al. 2021).

Нарушения подвижности и когнитивные способности часто связаны с повышенным риском падений среди людей с рассеянным склерозом (Abou et al. 2022). Однако данные об одновременной оценке походки или равновесия и когнитивных задач (двойные задания) для прогнозирования падений могут быть противоречивыми. Автор считает, что применение тестирования с двойными заданиями можно будет рекомендовать в качестве средства прогнозирования будущих падений после дополнительных исследований с более сложными двигательными и когнитивными задачами.

В обзорных исследованиях (Fritz et al. 2015), проведённых в 2015 году, показано улучшение способности выполнять тренировочные когнитивно-моторные задания людьми с неврологическими расстройствами, что впоследствии потенциально способствует улучшению походки, равновесия и когнитивных функций.

Метод, сочетающий двигательную и когнитивную реабилитацию, исследователи университета Сишун (Xiao et al. 2023) рассматривают как инновационный в борьбе с болезнью Паркинсона. В их работах в рамках тренировки пациенты выполняли двигательные и когнитивные задачи одновременно. Тренировка позволила улучшить двигательные функции, скорость ходьбы и длину шага. Улучшение когнитивных функций после тренировки на основе когнитивно-моторных заданий незначительное.

Восстановление способности ходить у больных, перенёвших инсульт, является основой их возвращения в социальную жизнь и общество. Тренировки на основе процедур когнитивно-моторных двойных действий могут эффективно

укрепить функциональные системные связи между двигательными и когнитивными областями мозга и способствовать ремоделированию функциональных сетей мозга, что крайне актуально (Yang et al. 2023).

Инсульт влияет на нервно-мышечную систему организма человека, что может привести к изменениям при выполнении различных задач. В исследовании (Abdollahi et al. 2023) также была реализована парадигма сложно-совмещённой деятельности, что в результате помогло разработать более эффективные методы скрининга пациентов с неврологическими расстройствами.

В других работах (Hunter et al. 2018) представлены результаты исследования оценки эффектов различных когнитивно-моторных протоколов. Показано, что не все одновременные задачи одинаково затрудняют когнитивно-моторное взаимодействие. Так, в случае с самым сложным вариантом когнитивной задачи, состоящей из семи последовательных вычитаний, отмечено наиболее существенное изменение в группе легких когнитивных нарушений (31,8%). Это исследование осветило аспекты сложности заданий, которые позволят обеспечить точность оценки и адаптировать процедуру двойного когнитивно-моторного теста к другим исследованиям и клинической практике.

Заключение

На основании актуальности, отраженной в литературной справке, и проведенных ранее собственных исследований и апробации, было реализовано дальнейшее внедрение методики в формате аппаратно-программного комплекса в практическую деятельность психофизиолога. Разработана и воплощена в жизнь линейка разнофункциональных консольных средств с программным обеспечением, основанным на применении двойных когнитивно-моторных задач.

Программное обеспечение предназначено для проведения экспресс-тестирования сотрудников предприятий перед заступлением на смену.

Моделируя процессы сложно-совмещённой деятельности, оцениваются компоненты психической сферы сотрудника — концентрация, распределение и переключение внимания, логическое мышление, моторный контроль, высокий уровень которых требуется для выполнения профессиональных задач. Результаты экспресс-тестирования позволяют принять решение о допуске к рабочему месту или прохождению дополнительного профконтроля в регламентированном порядке.

Другие варианты целевого применения методики — научные исследования, в частности психофизиологической оценки когнитивно-моторных функций испытуемых; а также проведение курсов коррекции (тренировки) когнитивно-моторных функций, оптимизации предсменного (предстартового) состояния человека.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии потенциального или явного конфликта интересов.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest, either existing or potential.

Вклад авторов

- а. Сиваченко Иван Борисович — идея работы, сбор данных, обработка данных, написание и редактирование рукописи;
- б. Любашина Ольга Анатольевна — написание и редактирование рукописи.

Author Contributions

- a. Ivan B. Sivachenko — conceptualization, data collection, data processing, manuscript writing and editing;
- b. Olga A. Lyubashina — manuscript writing and editing.

Литература

- Бахтадзе, Н. Н., Дозорцев, В. М., Обознов, А. А., Чернецкая, Е. Д. (2025) Предтренажерное обучение операторов сложных технических систем: инженерно-психологическое обоснование, методики, модели, цифровые решения. *Институт психологии Российской академии наук. Организационная психология и психология труда*, т. 10, № 1, с. 173–201.
- Бодров, В. А., Орлов, В. Я. (1998) *Психология и надежность: человек в системах управления техникой*. М.: Институт психологии РАН, 288 с.
- Водопьянова, Н. Е. (2015) Современные концепции ресурсов субъекта профессиональной деятельности. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 16. Психология. Педагогика*, вып. 1, с. 45–54.

- Водопьянова, Н. Е., Сабитова, Е. А. (2024) Индивидуально-психологические детерминанты профессионального выгорания специалистов в области IT-разработки. *Ученые записки Российского государственного социального университета*, т. 23, № 3 (172), с. 34–41.
- Городецкий, И. Г., Якимович, Н. В., Трофимов, Е. А и др. (2012) Создание методики для диагностики способности к совместной деятельности. *Психологические исследования*, т. 5, № 26, статья 5. <https://doi.org/10.54359/ps.v5i26.734>
- Горячкина, Т. Г., Евдокимов, В. И., Шалимов, П. М. (2006) К оценке функционального состояния человека-оператора. *Медицина труда и промышленная экология*, № 8, с. 35–38.
- Гроховский, С. С., Кубряк, О. В. (2013) *Двухфазный двигательно-когнитивный тест с биологической обратной связью по опорной реакции*. Патент RU2530767C1. Дата регистрации 18.04.2013. Выдано Роспатентом.
- Дозорцев, В. М., Обознов, А. А. (2024) Развитие концептуальной модели технической системы — предпосылка профессиональной готовности операторов. В кн.: А. Л. Журавлев, Е. В. Леонова (ред.). *Психофизиологическое обеспечение профессиональной надежности персонала предприятий и организаций атомной отрасли: сборник материалов VII отраслевой научно-практической конференции*. М.: Когито-Центр, с. 26–34.
- Зотов, М. В. (2009) Методологические основы ранней диагностики пограничных нервно-психических расстройств. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12. Психология. Социология. Педагогика*, вып. 4, с. 247–254.
- Зотов, М. В., Щелкова, О. Ю., Петрукович, В. М. (2011) Системно-ситуационный подход в клинической психодиагностике. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12. Психология. Социология. Педагогика*, вып. 4, с. 222–230.
- Канеман, Д., Словик, П., Тверски, А. (2005) *Принятие решений в неопределенности: правила и предубеждения*. Харьков: Гуманитарный центр, 632 с.
- Кузнецова, А. С., Титова, М. А., Злоказова, Т. А. (2019) Психологическая саморегуляция функционального состояния и профессиональная успешность. *Вестник Московского университета. Серия 14. Психология*, с. 51–68. <https://doi.org/10.11621/vsp.2019.01.51>
- Леонова, А. Б. (2020) Системная методология анализа механизмов регуляции функциональных состояний работающего человека. В кн.: Ю. П. Зинченко, В. И. Моросанова (ред.). *Психология саморегуляции: эволюция подходов и вызовы времени*. М.; СПб.: Психологический институт Российской академии образования; Нестор-История, с. 37–65.
- Науменко, А. А., Преображенская, И. С. (2018) Когнитивно-моторный тренинг у пациентов с умеренными когнитивными нарушениями и легкой деменцией. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*, т. 10, № 4, с. 81–87. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2018-4-81-87>
- Abdollahi, M., Kuber, P. M., Pierce, M. et al. (2023) Motor-cognitive dual-task paradigm affects timed Up & Go (TUG) Test outcomes in stroke survivors. In: *11th International IEEE/EMBS conference on neural engineering (NER)*. Baltimore: Institute of Electrical and Electronics Engineers Publ., pp. 1–4. <https://doi.org/10.1109/NER52421.2023.10123749>
- Abou, L., Peters, J., Fritz, N. et al. (2022) Motor cognitive dual-task testing to predict future falls in multiple sclerosis: A systematic review. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, vol. 36, no. 12, pp. 757–769. <https://doi.org/10.1177/15459683221131791>
- Fritz, N. E., Cheek, F. M., Nichols-Larsen, D. S. (2015) Motor-cognitive dual-task training in persons with neurologic disorders: A systematic review. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, vol. 39, no. 3, pp. 142–153. <https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000090>
- Hunter, S. W., Divine, A., Frengopoulos, C., Montero Odasso, M. (2018) A framework for secondary cognitive and motor tasks in dual-task gait testing in people with mild cognitive impairment. *BMC Geriatrics*, vol. 18, no. 1, article 202. <https://doi.org/10.1186/s12877-018-0894-0>
- Langeard, A., Torre, M. M., Temprado, J.-J. (2021) A dual-task paradigm using the oral trail making test while walking to study cognitive-motor interactions in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, vol. 13, article 712463. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.712463>
- Lucia, S., Aydin, M., Di Russo, F. (2023) Sex differences in cognitive-motor dual-task training effects and in brain processing of semi-elite basketball players. *Brain Sciences*, vol. 13, no. 3, article 443. <https://doi.org/10.3390/brainsci13030443>
- Mancioppi, G., Fiorini, L., Rovini, E. et al. (2021) Innovative motor and cognitive dual-task approaches combining upper and lower limbs may improve dementia early detection. *Scientific Reports*, vol. 11, article 7449. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86579-3>
- Marrone, F., Donno, L., Lopreside, A. et al. (2023) The simultaneous assessment of time and motion response during dual tasks. *Sensors*, vol. 23, no. 11, article 5309. <https://doi.org/10.3390/s23115309>
- McCulloch, K. L., Oh, A. S., Cecchini, A. S. et al. (2023) Validity and responsiveness of the portable warrior test of tactical agility after rehabilitation in service members with mild traumatic brain injury. *Physical Therapy*, vol. 103, no. 11, article pzad100. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzad100>

- Xiao, Y., Yang, T., Shang, H. (2023) The impact of motor-cognitive dual-task training on physical and cognitive functions in Parkinson's disease. *Brain Sciences*, vol. 13, no. 3, article 437. <https://doi.org/10.3390/brainsci13030437>
- Yang, Z.-Q., Wei, M.-F., Chen, L., Xi, J.-N. (2023) Research progress in the application of motor-cognitive dual-task training in rehabilitation of walking function in stroke patients. *Journal of Neurorestoratology*, vol. 11, no. 1, article 100028. <https://doi.org/10.1016/j.jnrt.2022.100028>
- Zhang, W., Liu, H., Zhang, T. (2023) Immediate and short-term effects of single-task and motor-cognitive dual-task on executive function. *PLoS One*, vol. 18, no. 8, article e0290171. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290171>

References

- Abdollahi, M., Kuber, P. M., Pierce, M. et al. (2023) Motor-cognitive dual-task paradigm affects timed Up & Go (TUG) Test outcomes in stroke survivors. In: *11th International IEEE/EMBS conference on neural engineering (NER)*. Baltimore: Institute of Electrical and Electronics Engineers Publ., pp. 1–4. <https://doi.org/10.1109/NER52421.2023.10123749> (In English)
- Abou, L., Peters, J., Fritz, N. et al. (2022) Motor cognitive dual-task testing to predict future falls in multiple sclerosis: A systematic review. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, vol. 36, no. 12, pp. 757–769. <https://doi.org/10.1177/15459683221131791> (In English)
- Bakhtadze, N. N., Dozortsev, V. M., Oboznov, A. A., Chernetskaya, E. D. (2025) Predtrenazhnoe obuchenie operatorov slozhnykh tekhnicheskikh sistem: inzhenerno-psikhologicheskoe obosnovanie, metodiki, modeli, tsifrovye resheniya [Pre-training for operators of complex technical systems: Engineering and psychological justification, methods, models, digital solutions]. *Institut psikhologii Rossijskoj akademii nauk. Organizatsionnaya psikhologiya i psikhologiya truda*, vol. 10, no. 1, pp. 173–201. (In Russian)
- Bodrov, V. A., Orlov, V. Ya. (1998) *Psikhologiya i nadezhnost': chelovek v sistemakh upravleniya tekhnikoj [Psychology and reliability: Man in technology control systems]*. Moscow: Institute of Psychology RAS Publ., 288 p. (In Russian)
- Dozortsev, V. M., Oboznov, A. A. (2024) Razvitie kontseptual'noj modeli tekhnicheskoy sistemy — predposylka professional'noj gotovnosti operatorov [Growth of the technical system's conceptual model as a prerequisite for operators' professional readiness]. In: A. L. Zhuravlev, E. V. Leonova (eds.). *Psikhofiziologicheskoe obespechenie professional'noj nadezhnosti personala predpriyatij i organizatsij atomnoj otrasli: sbornik materialov VII otraslevoj nauchno-prakticheskoy konferentsii [Psychophysiological provision of professional reliability of personnel of enterprises and organizations of the atomic industry: Proceedings of the VII scientific and practical conference]*. Moscow: Kogito-Tsentr Publ., pp. 26–34. (In Russian)
- Fritz, N. E., Cheek, F. M., Nichols-Larsen, D. S. (2015) Motor-cognitive dual-task training in persons with neurologic disorders: A systematic review. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, vol. 39, no. 3, pp. 142–153. <https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000090> (In English)
- Gorodetsky, I. G., Yakimovich, N. V., Trofimov, E. A. et al. (2012) Sozdanie metodiki dlya diagnostiki sposobnosti k sovmeshchennoj deyatel'nosti [The development of technique for diagnostics of concurrent task performance ability]. *Psikhologicheskie issledovaniya — Psychological Studies*, vol. 5, no. 26, article 5. <https://doi.org/10.54359/ps.v5i26.734> (In Russian)
- Goryatchkina, T. G., Evdokimov, V. I., Shalimov, P. M. (2006) K otsenke funktsional'nogo sostoyaniya cheloveka-operatora [On evaluating functional state of human operator]. *Medsitina truda i promyshlennaya ekologiya — Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*, no. 8, pp. 35–38. (In Russian)
- Grokhovskii, S. S., Kubrjak, O. V. (2013) *Dvukhfaznyj dvigatel'no-kognitivnyj test s biologicheskoy obratnoj svyaz'yu po opornoj reaktsii [Two-phase motor-cognitive test with biological feedback by support reaction]*. Patent RU2530767C1. Register date 04.18.2013. Granted by Rospatent. (In Russian)
- Hunter, S. W., Divine, A., Frengopoulos, C., Montero Odasso, M. (2018) A framework for secondary cognitive and motor tasks in dual-task gait testing in people with mild cognitive impairment. *BMC Geriatrics*, vol. 18, no. 1, article 202. <https://doi.org/10.1186/s12877-018-0894-0> (In English)
- Kahneman, D., Slonik, P., Tversky, A. (2005) *Prinyatie reshenij v neopredelennosti: pravila i predubezhdeniya [Judgment under uncertainty: Heuristics and biases]*. Kharkiv: Humanitarian Centre Publ., 632 p. (In Russian)
- Kuznetsova, A. S., Titova, M. A., Zlokazova, T. A. (2019) Psikhologicheskaya samoregulyatsiya funktsional'nogo sostoyaniya i professional'naya uspeshnost' [Psychological functional state self-regulation and professional success]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya — Moscow University Psychology Bulletin*, pp. 51–68. <https://doi.org/10.11621/vsp.2019.01.51> (In Russian)
- Langeard, A., Torre, M. M., Temprado, J.-J. (2021) A dual-task paradigm using the oral trail making test while walking to study cognitive-motor interactions in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, vol. 13, article 712463. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.712463> (In English)
- Leonova, A. B. (2020) Sistemnaya metodologiya analiza mekhanizmov regulyatsii funktsional'nykh sostoyanij rabotayushchego cheloveka [System methodology for analyzing the mechanisms of regulation of the functional states of a working person]. In: Yu. P. Zinchenko, V. I. Morosanova (eds.). *Psikhologiya samoregulyatsii: evolyutsiya podkhodov i vyzovy vremeni [Psychology of self-regulation: The evolution of approaches and the challenges]*

- of the time]. Moscow; Saint Petersburg: Psychological Institute of Russian Academy of Education Publ.; Nestor-Istoriya Publ., pp. 37–65. (In Russian)
- Lucia, S., Aydin, M., Di Russo, F. (2023) Sex differences in cognitive-motor dual-task training effects and in brain processing of semi-elite basketball players. *Brain Sciences*, vol. 13, no. 3, article 443. <https://doi.org/10.3390/brainsci13030443> (In English)
- Mancioppi, G., Fiorini, L., Rovini, E. et al. (2021) Innovative motor and cognitive dual-task approaches combining upper and lower limbs may improve dementia early detection. *Scientific Reports*, vol. 11, article 7449. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86579-3> (In English)
- Marrone, F., Donno, L., Lopreside, A. et al. (2023) The simultaneous assessment of time and motion response during dual tasks. *Sensors*, vol. 23, no. 11, article 5309. <https://doi.org/10.3390/s23115309> (In English)
- McCulloch, K. L., Oh, A. S., Cecchini, A. S. et al. (2023) Validity and responsiveness of the portable warrior test of tactical agility after rehabilitation in service members with mild traumatic brain injury. *Physical Therapy*, vol. 103, no. 11, article pzad100. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzad100> (In English)
- Naumenko, A. A., Preobrazhenskaya, I. S. (2018) Kognitivno-motornyj trening u patsientov s umerennymi kognitivnymi narusheniyami i legkoj dementsiej [Cognitive and motor training for patients with moderate cognitive impairment and mild dementia]. *Nevrologiya, nejropsikhiatriya, psikhosomatika — Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*, vol. 10, no. 4, pp. 81–87. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2018-4-81-87> (In Russian)
- Vodopyanova, N. E. (2015) Sovremennye kontseptsii resursov sub'ekta professional'noi deyatel'nosti [Modern concepts of the resources of a subject of professional activity]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 16. Psikhologiya. Pedagogika*, no. 1, pp. 45–54. (In Russian)
- Vodopyanova, N. E., Sabitova, E. A. (2024) Individual'no-psikhologicheskie determinanty professional'nogo vygoraniya spetsialistov v oblasti IT-razrabotki [Individual psychological determinants of professional burnout of specialists in the field of IT development]. *Uchenye zapiski Rossijskogo gosudarstvennogo sotsial'nogo universiteta*, vol. 23, no. 3 (172), pp. 34–41. (In Russian)
- Xiao, Y., Yang, T., Shang, H. (2023) The impact of motor-cognitive dual-task training on physical and cognitive functions in Parkinson's disease. *Brain Sciences*, vol. 13, no. 3, article 437. <https://doi.org/10.3390/brainsci13030437> (In English)
- Yang, Z.-Q., Wei, M.-F., Chen, L., Xi, J.-N. (2023) Research progress in the application of motor-cognitive dual-task training in rehabilitation of walking function in stroke patients. *Journal of Neurorestoratology*, vol. 11, no. 1, article 100028. <https://doi.org/10.1016/j.jnrt.2022.100028> (In English)
- Zhang, W., Liu, H., Zhang, T. (2023) Immediate and short-term effects of single-task and motor-cognitive dual-task on executive function. *PLoS One*, vol. 18, no. 8, article e0290171. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290171> (In English)
- Zotov, M. V. (2009) Metodologicheskie osnovy rannej diagnostiki pogranychnykh nervno-psikhicheskikh rasstrojstv [Methodology of early diagnosis of borderline mental disorders]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 12. Psikhologiya. Sotsiologiya. Pedagogika*, no. 4, pp. 247–254. (In Russian)
- Zotov, M. V., Shchelkova, O. Iu., Petrukovich, V. M. (2011) Sistemno-situatsionnyj podkhod v klinicheskoy psikhodiagnostike [The system-situational approach to clinical psychodiagnostic]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 12. Psikhologiya. Sotsiologiya. Pedagogika*, no. 4, pp. 222–230. (In Russian)