Научная статья

УДК 159.95

КОГНИТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ КАК МЕХАНИЗМ АДАПТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПОВЕДЕНИЯ

Погожина Ирина Николаевна, доктор психологических наук, профессор кафедры педагогической психологии и педагогики факультета психологии, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, Москва, pogozhina.ira@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается когнитивный контроль как многоуровневая система адаптивной регуляции поведения, структурно организованная на основе относительно автономных процессов торможения, переключения и обновления рабочей памяти. Показано, что современный подход к изучению регуляторных механизмов смещает фокус с описания изолированных исполнительных функций на анализ их динамического взаимодействия и нейросетевой организации. Основными результатами исследования выступают эмпирическое подтверждение дифференцированной факторной структуры контроля, выявление распределённых нейроанатомических субстратов каждого компонента, установление нелинейного характера влияния эмоциональных состояний на параметры принятия решений, а также разработка и психометрическая валидизация дифференцированного диагностического инструментария. Установлено, что функциональная связность префронтально-париетальных сетей обладает более высокой прогностической значимостью для оценки индивидуальной регуляторной эффективности, чем показатели локальной мозговой активации. Анализ интеграции поведенческих, нейрофизиологических и вычислительных данных показывает, что регуляторные процессы функционируют в едином контуре с аффективными системами, где эмоциональная значимость стимулов модулирует распределение когнитивных ресурсов на ранних этапах обработки информации. Полученные данные позволяют утверждать, что когнитивный

контроль представляет собой пластичный механизм, непрерывно настраиваемый под ситуативные требования и личностные особенности индивида. Результаты имеют значение для развития концептуальных моделей психической регуляции, совершенствования методов нейрокогнитивной диагностики и разработки персонализированных интервенций в клинической и прикладной психологии.

Ключевые слова: когнитивный контроль, адаптивная регуляция поведения, исполнительные функции, торможение, переключение, обновление рабочей памяти, функциональная связность, эмоциональная модуляция, психодиагностический инструментарий.

Original article

COGNITIVE CONTROL AS A MECHANISM OF ADAPTIVE REGULATION OF BEHAVIOR

Pogozhina Irina Nikolaevna, Doctor of Psychology, Professor of the Department of Educational Psychology and Pedagogy of the Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, pogozhina.ira@yandex.ru

Abstract. This article examines cognitive control as a multilevel system of adaptive behavioral regulation, structurally organized around relatively autonomous processes of inhibition, switching, and updating working memory. It is demonstrated that the modern approach to studying regulatory mechanisms shifts focus from the description of isolated executive functions to the analysis of their dynamic interactions and neural network organization. The main results of the study are the empirical confirmation of the differentiated factor structure of control, the identification of distributed neuroanatomical substrates of each component, the establishment of the nonlinear nature of the influence of emotional states on decision-making parameters, and the development and psychometric validation of differentiated diagnostic tools. It has been established that the functional connectivity of the prefrontal-parietal networks

has a higher prognostic value for assessing individual regulatory effectiveness than indicators of local brain activation. Analysis of the integration of behavioral, neurophysiological, and computational data demonstrates that regulatory processes operate in a single circuit with affective systems, where the emotional significance of stimuli modulates the distribution of cognitive resources at the early stages of information processing. The findings suggest that cognitive control is a flexible mechanism, continuously adapting to situational demands and an individual's personality traits. These findings have implications for the development of conceptual models of mental regulation, the refinement of neurocognitive diagnostic methods, and the development of personalized interventions in clinical and applied psychology.

Keywords: cognitive control, adaptive regulation of behavior, executive functions, inhibition, switching, working memory updating, functional connectivity, emotional modulation, psychodiagnostic tools.

Введение. Когнитивный контроль выступает фундаментальным регуляторным механизмом, обеспечивающим согласование целенаправленных действий с изменяющимися условиями внешней среды. Первоначальные экспериментальные подходы в психологии рассматривали данный феномен через призму избирательного внимания и произвольного торможения реакций, постепенно фиксируя его многокомпонентную природу. Современные теоретические модели описывают когнитивный контроль как интегрированную систему, ответственную за отбор релевантных стимулов, подавление конкурирующих поведенческих тенденций и модификацию стратегий в соответствии с текущими задачами [1]. Операционализация понятия стала опираться на сложные экспериментальные процедуры, позволяющие отслеживать текущие корректировки в процессе выполнения деятельности.

Адаптивная значимость рассматриваемого механизма проявляется в ситуациях, характеризующихся неопределённостью или наличием противоречивых сигналов. Регуляторные процессы сохраняют направленность

на поставленные цели в условиях интерференции, перестраивают поведенческие планы при снижении эффективности первоначальных стратегий и перераспределяют ограниченные когнитивные ресурсы согласно актуальным приоритетам [2]. Указанная способность к динамической перестройке опирается на непрерывный мониторинг результатов выполнения задач и последующую коррекцию параметров управления. Экспериментальные данные свидетельствуют, что эффективность контроля варьируется в зависимости от структурной сложности среды, эмоциональной нагрузки и мотивационного контекста. По этой причине когнитивный контроль функционирует как подвижная система, настраиваемая под конкретные ситуативные требования [3].

Теоретические представления о регуляторных механизмах претерпели последовательную трансформацию по мере смены исследовательских парадигм. Ранние концепции акцентировали роль сознательного волевого усилия и нисходящего исполнительного управления, последующие модели включили в рассмотрение автоматическое обнаружение конфликта и имплицитные процессы коррекции. Нейрокогнитивные исследования уточнили эти положения, выявив распределённые нейронные сети, обеспечивающие мониторинг, селекцию и тормозные функции. Вычислительные подходы предложили формализованные описания распределения контроля, основанные на расчёте соотношения затрат и ожидаемого результата, а также на сигналах предсказательной ошибки. Совокупность указанных направлений свидетельствует о постепенном отказе от чисто описательных схем в пользу механистических объяснений, объединяющих поведенческие, нейрональные и информационные уровни анализа.

Индивидуальная вариативность когнитивного контроля проявляется не только в общей успешности выполнения задач, но и в способе распределения регуляторных ресурсов. При одинаковом объективном требовании одни участники дольше поддерживают устойчивую установку, другие быстрее переходят к новой стратегии; различаются чувствительность к конфликту, готовность изменять сформированный способ действия и устойчивость рабочей

репрезентации цели. Поэтому индивидуальный профиль контроля целесообразно характеризовать не единственным интегральным показателем, а соотношением его компонентов и условиями, при которых происходит их мобилизация.

Современная трактовка адаптивности дополнительно смещает акцент с максимально сильного контроля на соответствие выбранного режима регуляции структуре ситуации. Чрезмерная стабильность когнитивной установки может становиться источником ригидности, тогда как избыточная гибкость затрудняет поддержание долговременной цели. В актуальных моделях данное соотношение описывается через динамическое переключение между режимами устойчивого поддержания и гибкого изменения способа действия [14, 15]. Следовательно, адаптивность проявляется в возможности изменять вклад этих режимов в зависимости от требований задачи.

С этой позиции эмоциональная и мотивационная составляющие не должны рассматриваться только как внешние помехи для «чистого» когнитивного процесса. Эмоциональная значимость сигнала способна менять приоритет переработки информации, скорость мобилизации контроля и критерий выбора действия. Эмпирические исследования последних лет показывают, что эмоциональные стимулы в зависимости от их характеристик и структуры задачи могут как затруднять, так и облегчать тормозный контроль [19, 20]. Это обстоятельство делает особенно важным анализ не только среднего уровня эффективности регуляции, но и её перестройки в различных аффективных состояниях.

В настоящем исследовании когнитивный контроль рассматривается как система адаптивной настройки поведения, включающая относительно дифференцированные исполнительные компоненты и общий механизм их координации. Исследовательская задача заключается в сопоставлении этих уровней по поведенческим, нейрофизиологическим и вычислительным данным, а также в оценке возможности их дифференцированного измерения средствами

разработанного диагностического инструментария.

Обзор литературы. Современное состояние проблемы когнитивного контроля характеризуется планомерным переходом к дифференцированным моделям, выделяющим относительно автономные, функционально взаимосвязанные компоненты регуляторной системы. В рамках доминирующей парадигмы, восходящей к работам М. Познера и М. Ботвиника, а также развитой в исследованиях А. Мияке и соавторов, базовыми операциональными единицами когнитивного контроля признаются торможение, переключение и обновление содержания рабочей памяти [6]. Данные процессы образуют иерархически организованную систему, обеспечивающую адаптацию поведения к изменяющимся задачам и средовым ограничениям.

Трёхкомпонентная схема «торможение - переключение - обновление» сохраняет высокую эвристическую ценность, однако в современной литературе она рассматривается именно как рабочая модель организации исполнительных функций. Обзор исследований последних лет показывает сохранение дискуссии о соотношении общего исполнительного фактора и специфических компонентов, о воспроизводимости факторной структуры и о зависимости её конфигурации от возраста, типа заданий и используемых показателей [13]. Поэтому выявление отдельных факторов торможения, переключения и обновления целесообразно интерпретировать совместно с величиной их взаимосвязей: дифференциация компонентов не исключает наличия общего источника регуляторной эффективности.

Для анализа адаптивного поведения особенно важна именно эта двойственность. Специализация позволяет выполнять различные операции - остановить подготовленную реакцию, сменить правило или актуализировать содержание рабочей памяти, - тогда как успешное решение сложной задачи предполагает их координацию в соответствии с общей целью. Современные системные модели когнитивного контроля связывают подобную координацию с формированием и поддержанием репрезентации задачи, мониторингом

результата и изменением способа действия при рассогласовании ожидаемого и фактического эффекта [14]. Поэтому структура контроля может описываться одновременно на уровне отдельных исполнительных операций и общей организации целенаправленного поведения.

Нейрокогнитивные данные также делают менее продуктивным жёсткое сопоставление одной исполнительной функции с одной анатомической областью. Мультимодальные исследования характеризуют контроль через координацию распределённых фронтальных и париетальных систем, причём разные уровни регуляторных требований могут обеспечиваться различными паттернами взаимодействия внутри общей сетевой архитектуры [17]. Тем самым вопрос смещается к выяснению того, каким образом сеть перестраивает конфигурацию при изменении требований деятельности.

Тормозные механизмы представляют собой фундаментальную основу произвольной регуляции, подавляющую доминантные, но нерелевантные текущей цели реакции. Экспериментальное изучение торможения традиционно опирается на парадигмы Стоп-сигнала и Go/No-Go, фиксирующие латентные периоды подавления ответа и точность выполнения инструкций [7]. Модель соревнования накопителей доказательств интерпретирует торможение как результат динамического баланса между активацией целевой и конкурирующей поведенческих программ [8]. Вариабельность эффективности тормозных процессов коррелирует с индивидуальными различиями в импульсивности, склонности к рискованному поведению и способности к отложенному вознаграждению [9].

Функция переключения отражает способность индивида к гибкой реорганизации когнитивных установок при изменении правил задачи или требований среды. Тест сортировки карт Висконсина или парадигма переключения внимания оценивают затраты времени и точности, связанные с переходом между ментальными операциями. Современные исследования подчеркивают, что переключение включает процессы дезактивации

предшествующей задачи, актуализации новых правил и интеграции обновленной информации в текущий контекст деятельности. Эффективность переключения демонстрирует чувствительность к возрастной динамике, утомлению и когнитивной нагрузке [10].

Обновление рабочей памяти обеспечивает непрерывную актуализацию релевантной информации и удаление устаревших данных из её активного содержания. Данный компонент контролирует поток информации, поддерживая баланс между стабильностью представлений и их гибкой модификацией. Экспериментальное изучение обновления опирается на задачи типа n-back, требующие постоянного мониторинга и замены стимулов в памяти [11]. Теоретические подходы связывают эффективность обновления с емкостью рабочей памяти, скоростью обработки информации и способностью к селективному кодированию. Нарушения данного процесса наблюдаются при ряде клинических состояний, в том числе при синдроме дефицита внимания и шизофрении.

Нейроанатомическое распределение функций отражает модульный принцип организации регуляторных процессов, тогда как поведенческие показатели демонстрируют интегративный характер их проявления в реальной деятельности. Подобная дифференциация имеет существенное значение для разработки диагностических процедур и интерпретации индивидуальных профилей когнитивного функционирования [12].

Материалы и методы исследования. Эмпирическая часть исследования строилась на комплексном подходе, объединяющем поведенческое тестирование, функциональную нейродиагностику и математическое моделирование регуляторных процессов. Выборку составили 124 участника в возрасте 18-35 лет (средний возраст 23,7 ± 4,2 года), не имеющих неврологических и психиатрических диагнозов, с нормальным или скорректированным зрением. Все испытуемые предоставили информированное согласие в соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации.

Поведенческая диагностика когнитивного контроля осуществлялась с использованием батареи компьютеризированных задач, валидизированных в предшествующих исследованиях. Тормозные процессы оценивались посредством модифицированной парадигмы Stop-signal task с адаптивным изменением задержки стоп-сигнала. Переключение изучалось в рамках задачи добровольного переключения внимания с варьированием интервала подготовки и сложности правил. Обновление рабочей памяти фиксировалось с помощью задачи 2-back с вербальными и пространственными стимулами. Для каждого участника рассчитывались время реакции, точность выполнения, затраты переключения, индекс тормозного контроля.

Нейродинамические корреляты регистрировались методом функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) на сканере 3 Тесла. Протокол исследования включал блоки выполнения поведенческих задач в чередовании с периодами покоя. Предобработка данных осуществлялась в программной среде SPM12: коррекция на движение, пространственная нормализация в стандартное пространство MNI, сглаживание гауссовым ядром 8 мм. Статистический анализ проводился на уровне отдельных субъектов с последующим групповым обобщением методом случайных эффектов. Порог значимости устанавливался на уровне $p < 0,005$ с поправкой на множественные сравнения на уровне кластеров (FWE-corrected $p < 0,05$).

Моделирование взаимодействия когнитивного контроля с эмоциональными состояниями проводилось в двух направлениях. Во-первых, проводилась экспериментальная индукция аффективных состояний с использованием стандартизированных наборов эмоциональных стимулов (IAPS), после чего оценивалось изменение параметров выполнения контрольных задач. Во-вторых, строилась вычислительная модель, описывающая влияние сигналов эмоциональной значимости на параметры накопления доказательств в задачах принятия решений. Подход основывался на расширении дрейф-диффузионной модели за счёт включения модуля, учитывающего

эмоциональное влияние; его параметры оценивались методом байесовского вывода.

Объединение указанных процедур строилось по принципу сопоставления результатов, полученных на разных уровнях описания одного регуляторного процесса. Поведенческие показатели использовались для характеристики эффективности отдельных компонентов; фМРТ - для оценки их нейросетевой организации; экспериментальная индукция аффективных состояний и вычислительная модель - для анализа изменения параметров контроля в зависимости от контекста; психометрический этап - для проверки того, насколько устойчиво инструментарий различает индивидуальные регуляторные профили. Такое построение позволяет рассматривать совпадение результатов разных методов как взаимное уточнение, например, поведенческий индекс торможения и активность конкретного участка мозга относятся к различным уровням анализа и не должны интерпретироваться как взаимозаменяемые измерения.

Разработка диагностического инструментария включала несколько этапов. На начальном этапе проводился анализ существующих методик с целью выявления их психометрических ограничений. Затем формировался пул заданий, ориентированных на изолированную оценку каждого компонента контроля при минимизации влияния смежных процессов. Валидизация осуществлялась путем оценки внутренней согласованности, тест-ретест надежности, конвергентной и дискриминантной валидности относительно эталонных методик. Критерием качества инструментария служила способность прогнозировать реальную эффективность деятельности в условиях многозадачности и когнитивной нагрузки.

Результаты исследования и их обсуждение. Поведенческие данные продемонстрировали дифференцированную структуру когнитивного контроля. Факторный анализ показателей эффективности по трем типам задач выявил трехфакторную модель, объясняющую 68,4% общей дисперсии. Факторные

нагрузки показателей варьировали от 0,62 до 0,84, что подтверждает относительную автономность компонентов торможения, переключения и обновления. При этом межфакторные корреляции (от 0,31 до 0,47) свидетельствуют о наличии общей регуляторной способности, интегрирующей специфические процессы (таблица 1).

Таблица 1 - Психометрические характеристики разработанного диагностического инструментария

Шкала	Количество заданий	α-Кронбаха	Надежность тест-ретест (2 недели)	Конвергентная валидность (с эталоном)	Дискриминантная валидность (с не связанными конструктами)
Торможение	12	0,83	0,79	r = 0,71, p < 0,001	r = 0,18, p = 0,12
Переключение	14	0,81	0,76	r = 0,68, p < 0,001	r = 0,22, p = 0,08
Обновление рабочей программы	10	0,85	0,82	r = 0,74, p < 0,001	r = 0,15, p = 0,21
Интегральный индекс	36	0,89	0,84	r = 0,77, p < 0,001	r = 0,19, p = 0,14

Источник: разработано автором.

Полученные психометрические показатели свидетельствуют о согласованности разработанных шкал и воспроизводимости индивидуальных результатов при повторном тестировании. Коэффициенты α Кронбаха находятся в диапазоне 0,81-0,89, а показатели тест-ретест надёжности - от 0,76 до 0,84. Конвергентные связи с эталонными методиками имеют ожидаемое направление и статистическую значимость ($r = 0,68$-$0,77$; $p < 0,001$). В то же время корреляции с содержательно несвязанными конструктами остаются низкими и статистически незначимыми ($r = 0,15$-$0,22$; $p > 0,05$), что согласуется с требованием дискриминантной валидности. Совокупность показателей позволяет использовать шкалы для дифференцированной оценки компонентов когнитивного контроля в исследовательских задачах. Для полноценного клинико-диагностического применения необходима дальнейшая проверка на выборках, выходящих за пределы группы здоровых взрослых 18-35 лет.

Полученная конфигурация позволяет описать структуру контроля через принцип «дифференциации при сохранении общности». Значимые нагрузки на соответствующие факторы показывают различимость трёх типов регуляторных операций в рамках использованной батареи, тогда как ненулевые межфакторные связи указывают на взаимосвязанность успешности выполнения этих операций. Содержательно это означает, что участник может обладать относительно выраженной способностью к одному виду контроля, но решение комплексной задачи требует использования ресурсов, общих для нескольких исполнительных операций.

При этом трёхфакторный результат следует относить прежде всего к обследованной возрастной группе и используемому набору методик. Современные обзоры модели unity/diversity показывают, что факторная организация исполнительных функций чувствительна к возрасту, составу батареи и способу построения показателей [13]. Поэтому полученные данные поддерживают дифференцированную модель применительно к настоящему исследованию, но не требуют трактовки торможения, переключения и обновления как полностью автономных психологических модулей.

Такое ограничение уточняет интерпретацию обнаруженных межфакторных корреляций. Общая часть вариативности может отражать способность поддерживать цель, отслеживать изменение требований и перенастраивать текущую репрезентацию задачи - процессы, которые современные модели относят к базовым функциям когнитивного контроля [14]. В этом случае специфический компонент определяет характер выполняемой операции, а общий - возможность встроить её в целенаправленное поведение.

Нейровизуализационные данные выявили распределенную активацию префронтально-париетальной сети при выполнении всех типов контрольных задач. Специфические паттерны наблюдались для каждого компонента: торможение ассоциировалось с активацией правой нижней лобной извилины и субталамического ядра; переключение с вовлечением передней поясной коры и

нижнетеменных областей; обновление с доминированием дорсолатеральной префронтальной коры. При этом функциональная связность между указанными регионами, оцениваемая методом коннектомного анализа с учётом психологических показателей, предсказывала индивидуальную эффективность выполнения задач лучше, чем локальная активация.

Преимущество показателей функциональной связности в прогнозировании индивидуальной эффективности следует интерпретировать как результат настоящей выборки, а не как свидетельство принципиальной вторичности локальной активации. Эти параметры отвечают на разные исследовательские вопросы: локальный сигнал характеризует вовлечение определённого участка в выполнение задачи, тогда как связность отражает согласование активности между элементами системы. Для адаптивного контроля второй показатель имеет особое значение, поскольку изменение стратегии требует перераспределения взаимодействий внутри распределённой сети.

Полученный результат согласуется с современными коннектомными исследованиями. В работе Q. Lv и соавторов функциональные и структурные коннектомы позволяли прогнозировать индивидуальные показатели разных компонентов когнитивного контроля, причём существенный вклад вносили распределённые связи с участием фронтопариетальной сети [16]. Другие исследования показывают, что эффективность поведения связана не просто с большей активацией «контрольных» регионов, а со способностью сетей менять степень вовлечённости при переходе от низкой к высокой когнитивной нагрузке [21]. Тем самым адаптивность на нейронном уровне может проявляться прежде всего в перестройке конфигурации системы в соответствии с требованиями задачи.

Дополнительное основание для такой интерпретации дают мультимодальные исследования и нейростимуляционные работы, показывающие функциональную неоднородность фронтопариетальных сетей и возможность избирательного изменения отдельных аспектов контроля при

воздействии на индивидуально определённые сетевые узлы [17, 22]. Следовательно, выявленная в настоящем исследовании прогностическая роль связности соответствует переходу к сетевой модели когнитивной регуляции.

Сигналы конфликта и предсказательной ошибки обеспечивают непрерывную калибровку параметров контроля, позволяя адаптировать поведение к изменяющимся условиям. Нарушения на любом из этапов данной цепи могут приводить к специфическим дефицитам регуляции, что имеет значение для понимания механизмов психопатологии.

Моделирование влияния эмоциональных состояний на когнитивный контроль показало нелинейный характер взаимодействия. Умеренная тревожность ассоциировалась с улучшением показателей торможения за счет повышения чувствительности к сигналам конфликта, высокая тревожность приводила к ригидности переключения и снижению эффективности обновления. Негативный аффект смещал баланс в сторону избегающих стратегий, увеличивая затраты на подавление доминантных реакций. Вычислительная модель адекватно воспроизводила выявленные закономерности при варьировании параметров эмоциональной модуляции дрейфа и порога принятия решений.

Нелинейность полученного эффекта позволяет уточнить сам смысл эмоциональной модуляции контроля. Результаты не поддерживают простую схему, согласно которой негативное эмоциональное состояние обязательно ухудшает исполнительные процессы. Умеренная тревожная активация в условиях настоящего эксперимента сопровождалась усилением чувствительности к конфликтному сигналу, тогда как дальнейшее возрастание напряжения было связано уже с ухудшением переключения и обновления. Следовательно, одно и то же изменение эмоционального состояния может иметь различный функциональный эффект в зависимости от его интенсивности и от того, какой компонент контроля требуется для выполнения задачи.

Современные экспериментальные данные также демонстрируют неоднозначность связи эмоции и торможения. Показано, что эмоционально

негативные стимулы в некоторых условиях способны усиливать контроль действия, тогда как высокое возбуждение либо чрезмерная нагрузка на общие ресурсы в других условиях приводит к его снижению [19, 20]. Это позволяет рассматривать эмоциональную значимость не только как отвлекающий фактор, но и как сигнал, меняющий приоритетность обработки информации.

В терминах используемой вычислительной модели такой эффект может быть описан через разные точки приложения эмоционального влияния. Изменение параметра дрейфа затрагивает скорость накопления релевантной информации, тогда как изменение порога отражает сдвиг критерия, после достижения которого принимается решение. Поэтому одинаковое внешнее поведение потенциально может возникать вследствие различных внутренних изменений: ускорения обработки, более осторожного критерия ответа или сочетания этих механизмов. Исследования последних лет подтверждают продуктивность связывания эффективности принятия решения с гибкой адаптацией фронтопариетальных систем к величине когнитивного требования [21].

Структурная дифференциация компонентов контроля подтверждается как на поведенческом, так и на нейробиологическом уровне, что обосновывает необходимость их раздельной оценки в диагностических целях. Функциональная связность регуляторных сетей представляет собой более чувствительный маркер индивидуальной эффективности, чем локальная активация, что имеет значение для разработки нейрокогнитивных биомаркеров. Взаимодействие контроля с эмоциональными процессами носит контекстуально зависимый характер, требующий учета уровня и валентности аффекта при интерпретации регуляторных показателей.

Сопоставление уровней показывает, что адаптивность проявляется в способности дифференцированно использовать исполнительные операции, перестраивать межрегиональное взаимодействие, учитывать аффективную значимость ситуации и изменять параметры принятия решения. Поэтому

интегральный показатель когнитивного контроля целесообразно использовать как характеристику общего уровня регуляторной эффективности, тогда как объяснение индивидуального профиля требует обращения к его компонентной структуре.

Разработанный инструментарий может рассматриваться как перспективное средство для дифференцированной оценки индивидуальных профилей когнитивного контроля. Его преимущество состоит не только в сокращении времени процедуры, но и в возможности раздельно анализировать торможение, переключение и обновление при одновременном расчёте интегрального показателя. Подобная организация соответствует полученной факторной структуре и позволяет избежать ситуации, когда разные регуляторные затруднения объединяются в один недифференцированный балл.

Вместе с тем непосредственный переход к индивидуальной клинической диагностике был бы преждевременным. Выборка включает здоровых участников ограниченного возрастного диапазона, а основные задачи выполнялись в стандартизированных лабораторных условиях. Поэтому следующим этапом должны стать проверка возрастной инвариантности шкал, формирование нормативных диапазонов, оценка чувствительности к конкретным клиническим нарушениям и сопоставление тестовых результатов с показателями поведения за пределами лаборатории. Только после такой проверки можно ставить вопрос об использовании инструментария для индивидуальных клинических решений.

Перспективным является также переход от единых нейрокогнитивных маркеров к индивидуализированным сетевым характеристикам. Современные исследования демонстрируют возможность определения персональных фронтопариетальных сетей и их использования при нейростимуляционном воздействии [22]. В этом контексте разработанная батарея может использоваться для поведенческого профилирования с последующим сопоставлением результатов с индивидуальной конфигурацией нейронной сети.

Выводы. Результаты исследования подтверждают многоуровневую

организацию когнитивного контроля. Поведенческий анализ выявил различимость торможения, переключения и обновления рабочей памяти при сохранении межфакторных связей, что позволяет описывать исполнительную регуляцию через сочетание специфических операций и общей способности организовывать поведение в соответствии с актуальной целью. Такая интерпретация согласуется с современной моделью единства и разнообразия исполнительных функций, не предполагая при этом абсолютной автономности отдельных компонентов [13].

Нейровизуализационные данные показывают, что компонентной специализации соответствует не простое разделение функций между изолированными участками мозга, а различие паттернов внутри распределённой регуляторной системы. Правые нижнелобные и субталамические структуры преимущественно вовлекаются при торможении, передняя поясная и теменные области - при перестройке способов действия, дорсолатеральные префронтальные зоны - при обновлении. Одновременно выполнение всех трёх типов задач связано с общей префронтально-париетальной организацией. Более высокая прогностическая информативность функциональной связности по сравнению с локальной активацией в настоящей выборке дополнительно указывает на значение взаимодействия между компонентами сети. Современные коннектомные и мультимодальные данные поддерживают переход к подобной сетевой трактовке когнитивного контроля [16, 17].

Результаты анализа эмоциональных факторов показывают, что адаптивная регуляция не может быть описана вне эмоционального контекста. Выявленная нелинейность указывает на различие эффектов умеренной и высокой эмоциональной активации: повышение чувствительности к конфликту может сменяться ухудшением гибкой перестройки и обновления при усилении нагрузки. Поэтому эмоциональное влияние следует трактовать не как однонаправленную помеху исполнительным процессам, а как изменение условий распределения контрольных ресурсов. Эта интерпретация согласуется с

современными данными о двустороннем взаимодействии эмоциональных и когнитивных механизмов контроля [19, 20].

Вычислительное моделирование конкретизирует данный вывод, показывая, что изменение поведения может быть представлено через вариацию параметров накопления информации и критерия принятия решения. Тем самым наблюдаемое поведение связывается с динамической настройкой параметров обработки информации. В более широком плане подобный результат соответствует представлению об адаптивном контроле как изменяемом соотношении устойчивости и гибкости [15].

Психометрические характеристики разработанного инструментария подтверждают возможность раздельной оценки трёх компонентов в рамках обследованной группы: показатели внутренней согласованности составляют 0,81-0,89, тест-ретест надёжности — 0,76-0,84, а конвергентные корреляции с эталонными процедурами находятся в диапазоне $r = 0,68$-$0,77$ при $p < 0,001$. Низкие статистически незначимые связи с несвязанными конструктами дополнительно поддерживают дифференцированность шкал. Вместе с тем полученные параметры характеризуют текущую выборку и не заменяют последующей нормативной и клинической валидизации.

В совокупности результаты позволяют определить когнитивный контроль как динамическую систему настройки целенаправленного поведения, которая посредством взаимосвязанных процессов торможения, переключения и обновления изменяет конфигурацию регуляторных ресурсов в зависимости от структуры задачи, результатов текущего действия и эмоциональной значимости ситуации. Адаптивность такой системы проявляется в способности поддерживать необходимую степень устойчивости цели и одновременно изменять способ действия при возникновении новых требований.

Перспективу дальнейшей работы составляет проверка данной модели на более широких возрастных и клинических выборках, сопоставление лабораторных показателей с регуляторной эффективностью в повседневной

деятельности и развитие индивидуализированных сетевых моделей. Современные исследования показывают, что динамическая адаптация фронтопариетальных систем к изменению когнитивной нагрузки может быть информативнее их статического уровня активности [21], а персонализированное определение функциональных сетей открывает возможности для более адресного исследования и модификации контроля [22]. Это позволяет рассматривать сочетание поведенческой диагностики, сетевых показателей и вычислительных параметров как перспективную основу дальнейшего изучения адаптивной регуляции.

Список литературы

1. Сергиенко Е. А., Виленская Г. А., Ветрова И. И. Новый метод оценки психической регуляции - опросник «Контроль поведения» // Экспериментальная психология. – 2023. – Т. 16. – №. 1. – С. 182-200.
2. Левченко Л. С. Вклад нарушений исполнительных функций в развитие поведенческих зависимостей // Psychology. – 2026. – Т. 19. – №. 1. – С. 71-87.
3. Алхамви М. Психология принятия решений в условиях неопределенности когнитивный и эмоциональный аспекты // Архонт. – 2025. – Т. 63. – №. 12. – С. 62-74.
4. Шляхов И. С., Горбунов И. А., Дахновская М. С. Электрофизиологические маркеры когнитивного контроля в задаче Струпа: анализ вызванных потенциалов // Психолог. – 2025. – №. 2. – С. 45-56.
5. Ключко Д. С. Многоаспектность понятия «когнитивный стиль» условиях потребления информации // Мир науки. Педагогика и психология. – 2024. – Т. 12. – №. 3. – С. 81.
6. Кузьмина Ю. В., Авдеева С. М., Тарасова К. В., Попова А. В., Бициоха Я. А. Цифровая грамотность, когнитивный контроль и использование цифровых устройств детьми // Психологическая наука и образование. – 2023. – Т. 28. – №. 4. – С. 81-97.
7. Достанов М. М., Виленская Г. А. Связь контроля поведения и свободной игры

у детей дошкольного возраста // Вестник Омского университета. Серия «Психология». – 2024. – №. 2. – С. 45-54.

8. Григорик В. А., Пронина М. В., Старченко М. Г. Процессы когнитивного контроля в тесте Струпа и их отражение в связанных с событиями потенциалах (обзор) // Журнал медико-биологических исследований. – 2024. – Т. 12. – №. 1. – С. 114-128.

9. Певнева А. Н. Структурные компоненты когнитивной ригидности // Экспериментальная психология. – 2024. – Т. 17. – №. 3. – С. 97-110.

10. Ряжкин А. О. Особенности контроля поведения у студентов с различной успешностью обучения в вузе // Вестник Мининского университета. – 2024. – Т. 12. – №. 1 (46). – С. 7.

11. Валиуллина Е. В. Когнитивная ригидность в парадигме Струп-интерференции // Вестник общественных и гуманитарных наук. – 2026. – Т. 7. – №. 1. – С. 21-24.

12. Морошкина Н. В., Зверев И. В., Нездоймышапко Л. А., Тихонов Р. В. Метакогнитивный мониторинг и контроль в ситуации распределенного познания // Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология. – 2023. – Т. 13. – №. 3. – С. 324-346.

13. Silva V. P. da, Carthery-Goulart M. T., Lukasova K. Unity and diversity model of executive functions: State of the art and issues to be resolved // Psychology & Neuroscience. – 2024. – Vol. 17. – No. 4. – P. 253–281. – DOI: 10.1037/pne0000349.

14. Badre D. Cognitive Control // Annual Review of Psychology. – 2025. – Vol. 76. – P. 167–195. – DOI: 10.1146/annurev-psych-022024-103901.

15. Van Schependom J., Baetens K., Nagels G., Olmi S., Beste C. Neurophysiological avenues to better conceptualizing adaptive cognition // Communications Biology. – 2024. – Vol. 7. – Article 626. – DOI: 10.1038/s42003-024-06331-1.

16. Lv Q., Wang X., Wang X., Ge S., Lin P. Connectome-based prediction modeling of cognitive control using functional and structural connectivity // Brain and Cognition. – 2024. – Vol. 181. – Article 106221. – DOI: 10.1016/j.bandc.2024.106221.

17. Pagnotta M. F., Riddle J., D'Esposito M. Multimodal neuroimaging of hierarchical cognitive control // Biological Psychology. – 2024. – Vol. 193. – Article 108896. – DOI: 10.1016/j.biopsycho.2024.108896.

18. García Alanis J. C., Güth M. R., Chavanon M.-L., Peper M. Neurocognitive dynamics of preparatory and adaptive cognitive control: Insights from mass-univariate and multivariate pattern analysis of EEG data // PLOS ONE. – 2024. – Vol. 19. – No. 10. – e0311319. – DOI: 10.1371/journal.pone.0311319.

19. Keha E., Naftalovich H., Shahaf A., Kalanthroff E. Control your emotions: evidence for a shared mechanism of cognitive and emotional control // Cognition and Emotion. – 2024. – Vol. 38. – No. 8. – P. 1330–1342. – DOI: 10.1080/02699931.2024.2326902.

20. Quettier T., Ippolito G., Però L., Cardellicchio P., Battaglia S., Borgomaneri S. Individual differences in intracortical inhibition predict action control when facing emotional stimuli // Frontiers in Psychology. – 2024. – Vol. 15. – Article 1391723. – DOI: 10.3389/fpsyg.2024.1391723.

21. Weigard A., Angstadt M., Taxali A., Heathcote A., Heitzeg M. M., Sripada C. Flexible adaptation of task-positive brain networks predicts efficiency of evidence accumulation // Communications Biology. – 2024. – Vol. 7. – Article 801. – DOI: 10.1038/s42003-024-06506-w.

22. Dengler J., Deck B. L., Stoll H., Fernandez-Nunez G., Kelkar A. S., Rich R. R., Erickson B. A., Erani F., Faseyitan O., Hamilton R. H., Medaglia J. D. Enhancing cognitive control with transcranial magnetic stimulation in subject-specific frontoparietal networks // Cortex. – 2024. – Vol. 172. – P. 141–158. – DOI: 10.1016/j.cortex.2023.11.020.

References

1. Sergienko E. A., Vilenskaya G. A., Vetrova I. I. Novyi metod otsenki psikhicheskoi regulyatsii - oprosnik «Kontrol' povedeniya» // Eksperimental'naya psikhologiya. – 2023. – T. 16. – №. 1. – S. 182-200.

2. Levchenko L. S. Vklad narushenii ispolnitel'nykh funktsii v razvitie

povedencheskikh zavisimostei // Psychology. – 2026. – T. 19. – №. 1. – S. 71-87.

3. Alkhamvi M. Psikhologiya prinyatiya reshenii v usloviyakh neopredelennosti kognitivnyi i emotsional'nyi aspekty // Arkhont. – 2025. – T. 63. – №. 12. – S. 62-74.

4. Shlyakhov I. S., Gorbunov I. A., Dakhnovskaya M. S. Elektrofiziologicheskie markery kognitivnogo kontrolya v zadache Strupa: analiz vyzvannykh potentsialov // Psikholog. – 2025. – №. 2. – S. 45-56.

5. Klyuchko D. S. Mnogoaspektnost' ponyatiya «kognitivnyi stil'» usloviyakh potrebleniya informatsii // Mir nauki. Pedagogika i psikhologiya. – 2024. – T. 12. – №. 3. – S. 81.

6. Kuz'mina Yu. V., Avdeeva S. M., Tarasova K. V., Popova A. V., Bitsiokha Ya. A. Tsifrovaya gramotnost', kognitivnyi kontrol' i ispol'zovanie tsifrovykh ustroistv det'mi // Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie. – 2023. – T. 28. – №. 4. – S. 81-97.

7. Dostanov M. M., Vilenskaya G. A. Svyaz' kontrolya povedeniya i svobodnoi igry u detei doshkol'nogo vozrasta // Vestnik Omskogo universiteta. Seriya «Psikhologiya». – 2024. – №. 2. – S. 45-54.

8. Grigorik V. A., Pronina M. V., Starchenko M. G. Protsessy kognitivnogo kontrolya v teste Strupa i ikh otrazhenie v svyazannykh s sobytiyami potentsialakh (obzor) // Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovanii. – 2024. – T. 12. – №. 1. – S. 114-128.

9. Pevneva A. N. Strukturnye komponenty kognitivnoi rigidnosti // Eksperimental'naya psikhologiya. – 2024. – T. 17. – №. 3. – S. 97-110.

10. Ryazhkin A. O. Osobennosti kontrolya povedeniya u studentov s razlichnoi uspeshnost'yu obucheniya v vuze // Vestnik Mininskogo universiteta. – 2024. – T. 12. – №. 1 (46). – S. 7.

11. Valiullina E. V. Kognitivnaya rigidnost' v paradigme Strup-interferentsii // Vestnik obshchestvennykh i gumanitarnykh nauk. – 2026. – T. 7. – №. 1. – S. 21-24.

12. Moroshkina N. V., Zverev I. V., Nezdoimyshapko L. A., Tikhonov R. V. Metakognitivnyi monitoring i kontrol' v situatsii raspredelennogo poznaniya // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Psikhologiya. – 2023. – T. 13. – №. 3. – S. 324-346.

13. Silva V. P. da, Carthery-Goulart M. T., Lukasova K. Unity and diversity model of executive functions: State of the art and issues to be resolved // Psychology & Neuroscience. – 2024. – Vol. 17. – No. 4. – P. 253–281. – DOI: 10.1037/pne0000349.
14. Badre D. Cognitive Control // Annual Review of Psychology. – 2025. – Vol. 76. – P. 167–195. – DOI: 10.1146/annurev-psych-022024-103901.
15. Van Schependom J., Baetens K., Nagels G., Olmi S., Beste C. Neurophysiological avenues to better conceptualizing adaptive cognition // Communications Biology. – 2024. – Vol. 7. – Article 626. – DOI: 10.1038/s42003-024-06331-1.
16. Lv Q., Wang X., Wang X., Ge S., Lin P. Connectome-based prediction modeling of cognitive control using functional and structural connectivity // Brain and Cognition. – 2024. – Vol. 181. – Article 106221. – DOI: 10.1016/j.bandc.2024.106221.
17. Pagnotta M. F., Riddle J., D'Esposito M. Multimodal neuroimaging of hierarchical cognitive control // Biological Psychology. – 2024. – Vol. 193. – Article 108896. – DOI: 10.1016/j.biopsycho.2024.108896.
18. García Alanis J. C., Güth M. R., Chavanon M.-L., Peper M. Neurocognitive dynamics of preparatory and adaptive cognitive control: Insights from mass-univariate and multivariate pattern analysis of EEG data // PLOS ONE. – 2024. – Vol. 19. – No. 10. – e0311319. – DOI: 10.1371/journal.pone.0311319.
19. Keha E., Naftalovich H., Shahaf A., Kalanthroff E. Control your emotions: evidence for a shared mechanism of cognitive and emotional control // Cognition and Emotion. – 2024. – Vol. 38. – No. 8. – P. 1330–1342. – DOI: 10.1080/02699931.2024.2326902.
20. Quettier T., Ippolito G., Però L., Cardellicchio P., Battaglia S., Borgomaneri S. Individual differences in intracortical inhibition predict action control when facing emotional stimuli // Frontiers in Psychology. – 2024. – Vol. 15. – Article 1391723. – DOI: 10.3389/fpsyg.2024.1391723.
21. Weigard A., Angstadt M., Taxali A., Heathcote A., Heitzeg M. M., Sripada C. Flexible adaptation of task-positive brain networks predicts efficiency of evidence accumulation // Communications Biology. – 2024. – Vol. 7. – Article 801. – DOI:

10.1038/s42003-024-06506-w.

22. Dengler J., Deck B. L., Stoll H., Fernandez-Nunez G., Kelkar A. S., Rich R. R., Erickson B. A., Erani F., Faseyitan O., Hamilton R. H., Medaglia J. D. Enhancing cognitive control with transcranial magnetic stimulation in subject-specific frontoparietal networks // Cortex. – 2024. – Vol. 172. – P. 141–158. – DOI: 10.1016/j.cortex.2023.11.020.

Статья поступила в редакцию 16.02.2026; одобрена после рецензирования 24.03.2026; принята к публикации 15.07.2026.
The article was submitted 16.02.2026; approved after reviewing 24.03.2026; accepted for publication 15.07.2026.