

УДК 37:004

ПРОБЛЕМА ПОДДЕРЖКИ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ
ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Л.С. Лисицына^а, А.В. Лямин^а, А.С. Быстрицкий^б, И.А. Мартынихин^{а,с}

^а Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, lisizina@mail.ifmo.ru

^б Университет UCLA, Лос Анжелес, 90095, США

^с Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, 197022, Российская Федерация

Аннотация. Успешность развития таких важнейших когнитивных функций человека, как внимание, восприятие и скорость обработки информации, рабочая и долговременная память, мышление и т.п., является необходимой основой повышения результативности электронного обучения. Одним из путей развития когнитивных функций обучаемых в процессе электронного обучения являются компьютерные когнитивные тренинги, которые включаются в индивидуальную траекторию обучения для стимулирования его к успешному выполнению определенных учебных задач электронного курса. Проведен анализ проблем оценивания эффектов когнитивных тренингов (выраженности, устойчивости и трансфера) и предложены пути их решения. Показано, что биологической основой эффектов когнитивных тренингов является нейропластичность головного мозга, которая влияет на продолжительность и интенсивность проведения тренингов. Предложен подход к организации исследований эффектов когнитивных тренингов, основанный на применении случайных методов. Показана перспективность использования игровых механик для реализации когнитивных тренингов в электронном обучении. Проведен детальный анализ подходов к тренингу базовых когнитивных функций, в том числе рабочей памяти обучаемых. Практическая значимость данной работы состоит в выявлении первоочередных задач для разработки и исследования когнитивных тренингов в электронном обучении.

Ключевые слова: электронное обучение, когнитивный тренинг, базовые и комплексные когнитивные функции, тренинг рабочей памяти, нейропластичность, оценки эффектов когнитивных тренингов.

SUPPORT PROBLEM FOR COGNITIVE FUNCTIONS IN THE E-LEARNING

L.S. Lisitsyna^а, A.V. Lyamin^а, A.S. Bystritsky^б, I.A. Martynikhin^{а,с}

^а ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, lisizina@mail.ifmo.ru

^б University UCLA, Los Angeles, 90095, USA

^с Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, 197022, Russian Federation, iam@psychiatr.ru

Abstract. Successful development of such important human cognitive functions as attention, perception and information processing speed, working and long-term memory, thinking, etc. is a necessary foundation for increasing the effectiveness of e-learning. One way for further developments of students' cognitive functions in the process of e-learning consists in computer cognitive training sessions, which are included in the individual learning paths to promote a learner to the successful implementation of specific learning tasks of e-course. Analysis of the estimating problems for cognitive training effects (severity, stability and transfer) is done and the ways for their solution are proposed. It is shown that the biological basis for cognitive training effects consists in the processes of neuroplasticity of the brain that influence the duration and intensity of training. An approach to the organization of research for the effects of cognitive training, based on the usage of random methods is suggested. The prospects of game mechanics application for cognitive training implementation in e-learning are shown. A detailed analysis of the approaches to the training of the basic cognitive functions, including working memory of learners, is carried out. The practical significance of this paper is to identify priorities for research and development of cognitive training in e-learning.

Keywords: e-learning, cognitive training, basic and complex cognitive functions, working memory training, neuroplasticity, assessment of cognitive training effects.

Введение

В настоящее время существенно повысился интерес к технологиям и методикам электронного обучения. Это связано, прежде всего, с появлением технологии МООС (Massive Open Online Courses) и созданием на ее основе открытых онлайн-курсов для электронного обучения [1]. В процессе электронного обучения перегруженность учебной информацией напрямую не контролируется преподавателем и может привести к стрессу у обучаемого, к общему снижению показателей его психолого-физиологического состояния, что, в свою очередь, ведет к падению результативности обучения [2–4]. Низкая результативность является существенным недостатком современного электронного обучения; сегодня на практике наблюдается не более 5% успешно завершивших онлайн-курс. Для этого имеется несколько причин. Кроме того, что онлайн-курс должен быть интересным и актуальным по своему содержанию, необходимы новые подходы к поддержанию когнитивных функций обучаемых в процессе электронного обучения.

Формирование и устойчивое развитие когнитивных (познавательных) способностей у человека в течение всей жизни – неперенный элемент любого образовательного процесса. Успешность развития таких важнейших когнитивных функций человека, как внимание, восприятие и скорость обработки информации, рабочая и долговременная память, мышление и т.п., является необходимой основой для повышения результативности электронного обучения. Одним из путей развития когнитивных функций обучаемых в процессе электронного обучения являются компьютерные когнитивные тренинги, которые включаются в индивидуальную траекторию обучения для стимулирования его к успешному выполнению определенных учебных задач электронного курса. Когнитивные тренинги в настоящее время разрабатываются на стыке нескольких наук – психологии, медицины, педагогики и информатики. В литературе часто можно встретить и другие термины, относящиеся к когнитивным тренингам, например, тренинг мозга, фитнес мозга, когнитивное улучшение (cognitive enhancement), когнитивная ремедиация. Исходя из этого, в настоящей работе проводится детальный анализ опыта разработки и применения когнитивных тренингов, который адресуется, в первую очередь, ученым и IT-специалистам, занимающимся проблемами электронного обучения.

Технологии разработки когнитивных тренингов

При разработке когнитивных тренингов применяются два вида технологий [5]: сверху вниз (top-down) – для тренировки комплексных когнитивных процессов, улучшающих, в том числе, и базовые когнитивные функции; снизу вверх (bottom-up) – для тренировки базовых когнитивных функций с целью создания основы для развития более сложных и комплексных когнитивных процессов у человека. В реальных проектах когнитивных тренингов часто используется комбинация этих технологий для разработки целой батареи тренингов, направленных одновременно на широкий спектр психических процессов.

От когнитивных тренингов ожидают эффект максимальной устойчивости и способности к их генерализации, т.е. воздействия тренировок на смежные когнитивные процессы и показатели реальной жизни, в том числе и на академическую успеваемость обучаемых. Эти ожидания не всегда оправдываются, но уже сейчас привели к разработке и широкому распространению разнообразных компьютерных когнитивных тренингов на основе коммерческих программных продуктов, например, CogMed (www.cogmed.com), Lumosity (www.lumosity.com), Jungle Memory (junglememory.com), CogniFit (www.cognifit.com) и т.д. Разработчики таких программных продуктов ведут агрессивную маркетинговую политику, дают громкие обещания значимых эффектов от тренировок для своих пользователей, но качественных и независимых исследований эффективности многих тренингов пока нет [6]. Тем не менее, среди преимуществ компьютерных когнитивных тренингов можно выделить, прежде всего, массовость и индивидуальность проведения тренингов; возможность создавать сложные задания для тренингов, в том числе с использованием различных игровых механик; сокращение трудозатрат на сбор, обработку и визуализацию результатов тренингов; оперативный учет психолого-физиологических особенностей тренируемых. В связи с этим в ближайшее время стоит ожидать новые научные результаты именно в области разработки и использования компьютерных когнитивных тренингов, предназначенных для поддержки когнитивных функций в процессе электронного обучения.

Биологическая основа эффекта когнитивных тренингов

Значимость той роли, которую в настоящее время отводят когнитивным тренингам, во многом связана с тем, что с точки зрения современных нейронаук когнитивные тренинги являются не просто муштрой для выполнения того или иного конкретного задания, в основе их эффектов лежат структурные и функциональные изменения в головном мозге, обусловленные явлениями нейропластичности.

Нейропластичность – способность нейронов и нейронных сетей в мозге изменять связи и функции в ответ на изменение поведения человека и окружающей среды, например, при учебной нагрузке в процессе обучения, при восстановлении после повреждений и т.п. Нейропластичность как способность к изменению и развитию является важной функцией нервной системы человека. Прежде считалось, что, единожды сформировавшись в детстве, структуры мозга у взрослых остаются неизменными. Однако согласно данным современных исследований мозг взрослого человека также претерпевает значительные изменения в меняющихся условиях [7]. Если генетические факторы обуславливают медленные изменения в строении мозга человека на эволюционном уровне, то нейропластичность обуславливает возможность его быстрого приспособления к изменяющимся условиям. Способность к изменению (нейропластический потенциал) значимо различается у различных отделов нервной системы, психических функций, возрастов, отдельных людей (генетические особенности и прежние влияния окружающей среды) [8]. Исходя из этого, эффекты от когнитивных тренингов и их устойчивость могут различаться для тренингов, направленных на разные психические функции при использовании в разных возрастных группах тренируемых [5, 8].

В последние годы описаны явления быстрой нейропластичности, в первую очередь, за счет активации незадействованных ранее связей и модуляции синаптической передачи. Так, например, в одном из

исследований нейроанатомические эффекты от тренингов были зафиксированы уже после двух часов тренировок [9]. Однако основная часть структурных изменений в головном мозге происходит, как показывает практика, после нескольких недель тренировок [5].

Известно, что эффекты тренировок имеют две фазы [10]. Первая фаза характеризуется быстрым повышением производительности, которое наблюдается в пределах одной или нескольких тренировок. Вторая фаза предполагает медленный рост производительности в результате многих тренировок в течение длительного времени [10]. В основе каждой фазы лежит свой мозговой механизм. Например, в тренингах двигательных навыков начальная быстрая фаза связана с активацией мозжечка, а затем и с фронтостриальной системой, в то время как во вторую фазу тренингов вовлечена двигательная кора мозга [11]. При этом образование новых синапсов (синаптогенез) и реорганизация моторных отделов коры происходит только во время второй, медленной фазы [12].

Основные нейропластические изменения в головном мозге происходят только после достаточно интенсивного формирования конкретных навыков, а длительные тренировки задействуют более стойкие и глобальные механизмы нейропластичности [5, 8]. Существуют и данные о том, что нейротрофический фактор мозга может быть периферическим маркером эффективности когнитивных тренингов [13]. Потому при выборе продолжительности и интенсивности тренингов их разработчики должны учитывать процессы нейропластичности. При проведении компьютерных когнитивных тренингов эта задача может решаться индивидуально для каждого тренируемого согласно мониторингу прогресса и достижения ожидаемого эффекта во время второй фазы. С другой стороны, нейропластичность может иметь и негативный эффект, она обуславливает забывание, утрату тех или иных навыков в условиях отсутствия тренировки, в основе чего также лежат изменения связей и функций нейронов и нейронных сетей мозга, а гипер- или гипонейропластичность могут приводить к формированию заболеваний нервной системы у человека [7]. В связи с этим с учетом нейропластичности головного мозга когнитивные тренинги призваны поддерживать когнитивные функции обучаемых на любом этапе электронного обучения.

Проблемы оценки эффективности когнитивных тренингов

Для оценки эффективности когнитивных тренингов можно выделить три основных параметра – выраженность, устойчивость и генерализация (трансфер) эффекта.

Первая проблема заключается в том, какие именно эффекты от тренингов можно ожидать и как их оценивать? Возможно, что прогресс, который наблюдается в процессе тренировок, является не более чем тренировкой справляться с конкретным заданием тренинга, а не непосредственной тренировкой того или иного когнитивного процесса? В определенной степени здесь может иметь место ситуация, которая хорошо известна, например, при тестировании уровня интеллекта. Натренированность тестируемого решать задачи конкретного теста может способствовать повышению показателя интеллекта IQ, измеренного данным тестом, но необязательно каким-либо образом значимо влияет на сам интеллект. Этот факт привел к тому, что самому интеллекту стали давать ироничные определения: «Интеллект – это то, что измеряется тестами интеллекта» [14]. Выходом из данного положения может стать подход, когда после завершения основного задания тренинга следует применять другие средства, оценивающие те же самые когнитивные функции [6].

Вторая проблема связана с устойчивостью эффекта тренингов. Известно, что результаты, достигаемые во время тренингов, угасают в течение нескольких месяцев после прекращения тренировок [8, 15]. Учитывая свойство нейропластичности, для закрепления эффекта тренингов их продолжительность и интенсивность должна быть достаточной для формирования структурных и функциональных изменений в головном мозге. Только адекватная дозировка тренингов может давать устойчивый эффект. Для определения таких дозировок необходимы исследования тренировок разной длительности для каждого вида тренинга, а сейчас дозировка тренингов часто подбирается эмпирически [5, 15].

С практической точки зрения наиболее важной является проблема оценки влияния тренингов на смежные и (или) более широкие когнитивные сферы, так называемые показатели из реальной жизни (real-life outcomes). И здесь речь идет о возможности переноса и (или) генерализации (трансфера) эффекта. Идеальный когнитивный тренинг должен не только быть отработкой выполнения того или иного задания, но и способствовать улучшению всей когнитивной сферы, на которую он направлен, и, по возможности, сказываться на смежных и более интегральных областях. В этой связи выделяют ближний и дальний трансфер. Примером ближнего трансфера может быть улучшение показателей визуально-пространственной рабочей памяти при тренинге вербальной памяти [15]. Дальний трансфер – это перенос эффектов тренинга одной когнитивной сферы на другие, например, влияние тренинга рабочей памяти на внимание, мышление, клинические симптомы и т.п. Наибольший интерес представляет установление влияния тренингов на подвижный интеллект как общую основу интеллектуальных способностей мыслить логически, анализировать и решать новые задачи независимо от предыдущего опыта. Разумеется, что демонстрация эффектов дальнего трансфера при отсутствии ближнего не имеет смысла, так как тогда не ясно, по какой причине происходят изменения за пределами тренируемой области [6].

Важной проблемой является и сама организация проведения исследований по влиянию тренингов на когнитивные функции обучаемых. Только те исследования, в дизайне которых есть группа контроля и случайное распределение участников на активную и контрольную группы (рандомизация), можно считать адекватными для оценки эффективности любых вмешательств, в том числе и когнитивных тренингов [15, 16]. К сожалению, значительная часть исследований, продемонстрировавших значимые положительные эффекты тренингов, не имели адекватных групп контроля [15]. При этом даже в рандомизированных контролируемых исследованиях когнитивных тренингов чаще всего не использовался так называемый активный контроль, когда участникам из группы контроля не дают каких-либо заданий для тренинга [15]. Это может создавать преимущества для участников контрольной группы за счет так называемого эффекта Готорна [17], когда люди, вовлеченные в тренинг, склонны стараться лучше выполнять все выданные им задания из-за чувства собственной причастности к эксперименту, что может приводить к искажению результатов исследования.

Кроме того, значимые расхождения в оценках эффективности использования тренингов, которые можно отметить при сравнении рандомизированных контролируемых испытаний, свидетельствуют о чувствительности их результатов не только к общей методологии организации экспериментов, но и к более частным их особенностям. Например, S. Jaeggi [18] отмечает большое значение способов взаимодействия организаторов и участников эксперимента, психологических особенностей последних, мотивации (внутренней и внешней) к участию в тренингах, собственной оценки значимости и необходимости когнитивных тренингов, супервизии со стороны исследователей, качества инструкций, наличие обратной связи и т.д. Именно поэтому, чтобы нивелировать значение особенностей организации отдельных экспериментов для общей оценки эффективности когнитивных тренингов, следует применять метод мета-анализа с обобщением результатов всех доступных оригинальных исследований, посвященных одной проблеме [15].

Компьютерные игры в качестве когнитивных тренингов

Широкое распространение компьютерных игр вызывает большое число острых дискуссий, в которых обычно преобладают негативные оценки влияния компьютерных игр, их аддиктогенный потенциал, т.е. способность вызывать психическую зависимость [19, 20]. Лишь в последние годы появились работы, в которых анализируются позитивные последствия компьютерных игр, в первую очередь в отношении стимулирования к развитию когнитивных функций у игроков [21]. Обучение является эффективным, когда оно активно, основано на опыте, проблемно-ориентировано, включает немедленную обратную связь [22]. Компьютерные игры могут иметь все эти свойства, что вместе с их способностью увлекать игроков дает повод для оптимизма в отношении того, что они могут стать полезным и привлекательным методом обучения и развития когнитивных навыков [23]. Существуют убедительные данные о том, что по мере приобретения игрового опыта компьютерные игры обеспечивают некоторое положительное влияние на ряд когнитивных функций [24], но специально разработанные, персонализированные компьютерные когнитивные тренинги оказываются более эффективными, чем обычные компьютерные игры [25]. В связи с этим в настоящее время значительная часть тренингов как для тренировки базовых когнитивных функций, так и для развития более сложных и комплексных когнитивных процессов, профессиональных навыков, создается в форме игр или с использованием различных игровых механик. При этом большое внимание уделяется разработке игр, специально предназначенных для образовательных целей, и так называемых «серьезных игр», т.е. игр, предназначенных для изменения поведения и отношения к чему-либо в более широком смысле. С результатами практического применения различных игровых механик в онлайн-курсе можно познакомиться, например, в работе [26].

Тренинг базовых когнитивных функций

В научных исследованиях популяциями особого интереса для тренингов базовых когнитивных функций стали подростки (тренинги для улучшения успеваемости в школе и вузе) и пожилые люди (тренинги для замедления возрастного угасания когнитивных способностей). Известно, что когнитивные тренинги, специально направленные на те или иные базовые когнитивные процессы, способны давать положительные эффекты у людей всех возрастов [27–29]. Важным аспектом, повышающим эффективность подобных тренингов, является и мультизадачность тренингов [30]. При этом, несмотря на то, что когнитивные тренинги в последнее время активно предлагаются на рынке и существует масса развивающих игр, созданных на основе тех или иных парадигм когнитивных тренингов, есть и серьезные сомнения в их эффективности за пределами тренируемой области.

В одном из крупнейших исследований эффективности когнитивных тренингов [27], в котором участвовало более 11 тысяч волонтеров в возрасте от 18 до 60 лет, случайным образом было сформировано 3 группы: участникам первой группы были предложены тренинги, направленные на решение логических задач, задач принятия решений и планирования; второй группы – тренинги краткосрочной памяти, внимания, математических вычислений; третьей группы – задания на поиск в Интернете ответов на

достаточно простые вопросы. Тренинги проводились не менее 10 мин 3 раза в неделю в течение 6 недель. Хотя в данном исследовании были получены положительные результаты для всех когнитивных процессов, на которые были направлены тренинги, трансфера эффектов установлено не было.

В мета-анализе исследований когнитивных тренингов у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) [31] было выявлено значимое увеличение объема кратковременной памяти, но не было выявлено влияние тренингов на академическую успеваемость и оценку клинического состояния детей. В исследовании эффективности когнитивных тренингов на рабочем месте [32], когда офисным работникам в перерывах предлагались когнитивные тренинги по 20 мин в день 3 раза в неделю на протяжении 16 недель, было выявлено лишь незначительное улучшение когнитивных функций в активной группе. Зато неожиданно в группе контроля, которой в это же время давались для изучения различные материалы о природе, было отмечено большее субъективное улучшение качества жизни и общего самочувствия, снижение стресса.

В мета-анализе исследований эффективности когнитивных тренингов у здоровых пожилых лиц [28] также не был дан ответ об эффектах тренингов за пределами тренируемых функций. Здесь по результатам анализа 31 рандомизированного контролируемого испытания в группах испытуемых, прошедших когнитивные тренинги, отмечалось улучшение рабочей памяти, скорости обработки информации, воспроизведения лицо-имя и ряда других показателей. Участники тренингов субъективно положительно оценивали их эффект, но объективных данных о влиянии тренингов на повседневную деятельность, по мнению авторов этого мета-анализа, выявлено не было. В то же время в другом систематическом обзоре отмечается, что эффективность компьютерных когнитивных тренингов у пожилых не меньше или даже выше, чем у традиционных некомпьютеризированных вариантов [33].

Тренинги рабочей памяти

Областью особого интереса среди базовых когнитивных процессов является рабочая память. Рабочая память обеспечивает временное хранение и обработку информации, необходимой для решения сложных познавательных задач, что обуславливает связь показателей объема рабочей памяти с широким спектром реальных навыков [34], а также с процессами когнитивного развития и возникновения таких когнитивных расстройств, как расстройства чтения и счета, синдрома дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ), дислексии и т.д. [35]. Известно, что рабочая память обуславливает успешность обучения в большей степени, чем показатели IQ [36]. Это связано с тем, что во время обучения учащимся часто приходится полагаться на рабочую память, чтобы выполнять различные задания – от запоминания инструкций преподавателя в отношении даже простых задач до хранения и обработки информации и отслеживания прогресса при решении трудных и многоэтапных заданий [35]. Исходя из этого, рабочую память рассматривают в качестве узкого места, «бутылочного горлышка» обучения [35, 36]. Так как обучение является длительным процессом, характеристики рабочей памяти могут оказывать существенное влияние на отдаленные результаты обучения. При этом есть убедительные данные, свидетельствующие о том, что емкость рабочей памяти может быть увеличена за счет тренировок [37, 38], что такие тренинги приводят к нейропластическим изменениям [39]. Но следует также отметить, что подтверждений воздействия тренингов рабочей памяти на результативность обучения пока недостаточно.

Популярность компьютерных тренингов рабочей памяти в качестве ключевой функции для обучения и общего развития человека росла с начала 2000-х годов, особенно после выхода работы Klingberg [40]. В это исследование были включены школьники с СДВГ. Им давались регулярные компьютерные тренинги рабочей памяти. Перед тренингами и через несколько недель после их начала была проведена оценка подвижного интеллекта, подтвердивших значимое улучшение его показателей. Затем такие же результаты были получены у молодых взрослых без СДВГ. Исследования были небольшими, но привлекли большое внимание специалистов из разных областей и масс-медиа. Их автор стал основателем коммерческой компании Cogmed, которая во многом является первопроходцем и законодателем мод на рынке компьютерных когнитивных тренингов, активно их рекламирует среди родителей школьников и учителей в качестве средства для улучшения когнитивных способностей [41], причем стоимость курса тренингов в США составляла в 2011 г. до 1500\$ [6]. В 2008 г. S. Jaeggi [42], используя двойной *n*-обратный тест (dual *n*-back task), получила еще более впечатляющий результат, который сыграл значимую роль в популяризации когнитивных тренингов: тренировка рабочей памяти улучшала интеллект в весьма большой степени. Усредненно IQ повышался на половину балла после каждого часа тренинга, и это повышение имело дозозависимый эффект.

В дальнейшем гипотеза о том, что тренинги рабочей памяти оказывают значительное влияние на показатели интеллекта, стала подвергаться сомнению. Многие попытки других ученых воспроизвести полученные ранее результаты в исследованиях с более качественной методологией тренингов (с большими выборками, лучшим контролем и пр.) закончились неудачей. В мета-анализе эффективности тренингов рабочей памяти у детей и взрослых (как здоровых, так и с СДВГ), включающим результаты 23 исследований, было выявлено, что хотя данные тренинги и имели определенный (но не очень стой-

кий) эффект на объем рабочей памяти, достоверных данных о генерализации их эффектов не наблюдалось [15].

В связи с этим при разработке тренингов рабочей памяти следует учитывать, что не все известные парадигмы их тренингов одинаково эффективны. Например, компания Cogmed обещает, что тренинги рабочей памяти могут быть эффективны при условии использования правильных инструментов и протоколов, к которым относит, прежде всего, разработки своей компании [41]. В ответ на их экспансию на рынке школьного образования были проведены специальные исследования с использованием инструментов данной компании, в результатах которых имеются серьезные критические оценки, ставящие под сомнение эффективность таких тренингов [5]. А после критических замечаний [15, 43] в отношении исследований эффективности адаптивного двойного n -обратного теста [42] были проведены дополнительные исследования возможности дальнего трансфера, которые повторно подтвердили, что данный вариант тренинга рабочей памяти способствует улучшению показателей решения визуально-пространственных задач [18].

Таким образом, существующие в настоящее время исследования свидетельствуют о том, что когнитивные тренинги способны стимулировать развитие когнитивных функций у тренируемых, но остается открытым вопрос оценки их эффекта в отношении дальнего трансфера, в том числе для улучшения показателей подвижного интеллекта, академической успеваемости, адаптации к учебной нагрузке и профессиональной деятельности. И связано это не только со сложностью и многоаспектностью изучаемых явлений, но и, возможно, с недостаточной эффективностью существующих тренингов, что ставит задачу поиска новых решений. Одним из многообещающих направлений для ее решения, на наш взгляд, является разработка более эффективных заданий (парадигм) тренингов, исследование возможностей их сочетания, в том числе для потенцирования эффектов, обоснованного дозирования, генерализации и устойчивости их эффектов.

Заключение

Таким образом, когнитивные тренинги обязаны стать важными элементами процесса электронного обучения, направленными на поддержку когнитивных функций обучаемых на уровне, необходимом для успешного освоения электронного курса. Однако их разработка и применение в электронном обучении требует осторожности, о чем свидетельствует анализ опыта в нашей работе. Тем не менее, отметим ряд первоочередных задач, требующих своего решения в общей проблеме поддержки когнитивных функций в процессе электронного обучения. Разработка и проведение когнитивных тренингов должна основываться на явлениях нейропластичности головного мозга. Исходя из этого, их продолжительность и интенсивность должна соответствовать достижению второй фазы тренировок. Для оценивания когнитивных тренингов следует использовать контроль выраженности, устойчивости и трансфера их эффектов. При организации исследований эффектов когнитивных тренингов наиболее перспективными являются методы рандомизированного контролируемого исследования. Эффективность тренингов может быть существенно повышена за счет использования игровых механик в их реализации. Тренинги базовых когнитивных функций уже сейчас могут дать ощутимый эффект для повышения результативности электронного обучения.

Литература

1. Васильев В.Н., Стафеев С.К., Лисицына Л.С., Ольшевская А.В. От традиционного дистанционного обучения к массовым открытым онлайн-курсам // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2014. № 1 (89). С. 199–205.
2. Lisitsyna L., Lyamin A. Approach to development of effective e-learning courses // *Frontiers in Artificial Intelligence and Application*. 2014. V. 262. P. 732–738.
3. Lisitsyna L., Lyamin A., Skshidlevsky A. Estimation of student functional state in learning management system by heart rate variability method // *Frontiers in Artificial Intelligence and Application*. 2014. V. 262. P. 726–731.
4. Clark R.C., Nguyen F., Sweller J. *Efficiency in Learning: Evidence-Based Guidelines to Manage Cognitive Load*. San Francisco: Pfeiffer, 2006. 416 p.
5. Vinogradov S., Fisher M., de Villers-Sidani E. Cognitive training for impaired neural systems in neuropsychiatric illness // *Neuropsychopharmacology*. 2012. V. 37. N 1. P. 43–76.
6. Shipstead Z., Hicks K., Engle R. Cogmed working memory training: does the evidence support the claims? // *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*. 2012. N 1. P. 185–193.
7. Pascual-Leone A., Freitas C., Oberman L., Horvath J.C., Halko M., Eldaief M., Bashir S., Vernet M., Shafi M., Westover B., Vahabzadeh-Hagh A.M., Rotenberg A. Characterizing brain cortical plasticity and network dynamics across the age-span in health and disease with TMS-EEG and TMS-fMRI // *Brain Topography*. 2011. V. 24. N 3–4. P. 302–315.

8. Fisher M., Holland C., Subramaniam K., Vinogradov S. Neuroplasticity-based cognitive training in schizophrenia: an interim report on the effects 6 months later // *Schizophrenia Bulletin*. 2010. V. 36. N 4. P. 869–879.
9. Sagi Y., Tavor I., Hofstetter S., Tzur-Moryosef S., Blumenfeld-Katzir T., Assaf Y. Learning in the fast lane: new insights into neuroplasticity // *Neuron*. 2012. V. 73. N 6. P. 1195–1203.
10. Kleim J.A., Pipitone M.A., Czerlanis C., Greenough W.T. Structural stability within the lateral cerebellar nucleus of the rat following complex motor learning // *Neurobiology of Learning and Memory*. 1998. V. 69. N 3. P. 290–306.
11. Ungerleider L.G., Doyon J., Karni A. Imaging brain plasticity during motor skill learning // *Neurobiology of Learning and Memory*. 2002. V. 78. N 3. P. 553–564.
12. Kleim J.A., Hogg T.M., Vandenberg P.M., Cooper N.R., Bruneau R., Remple M. Cortical synaptogenesis and motor map reorganization occur during late, but not early, phase of motor skill learning // *Journal of Neuroscience*. 2004. V. 24. N 3. P. 628–633.
13. Vinogradov S., Fisher M., Holland C., Shelly W., Wolkowitz O., Mellon S.H. Is serum brain-derived neurotrophic factor a biomarker for cognitive enhancement in schizophrenia? // *Biological Psychiatry*. 2009. V. 66. N 6. P. 549–553.
14. Величковский Б.М. Когнитивная наука: основы психологии познания. Том 1. М.: Смысл, 2006. 448 с.
15. Melby-Lervag M., Hulme C. Is working memory training effective? A meta-analytic review // *Developmental Psychology*. 2013. V. 49. N 2. P. 270–291.
16. Власов В.В. Введение в доказательную медицину. М.: Медиа-Сфера, 2001. 392 с.
17. Хотгорнский эффект – Википедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Хотгорнский_эффект, свободный. Яз. рус. (дата обращения 15.05.2014).
18. Jaeggi S.M., Buschkuhl M., Shah P., Jonides J. The role of individual differences in cognitive training and transfer // *Memory and Cognition*. 2013. V. 42. N 3. P. 464–480.
19. Sim T., Gentile D.A., Bricolo F., Serpolini G., Gulamoydeen F. A conceptual review of research on the pathological use of computers, video games, and the Internet // *International Journal of Mental Health and Addiction*. 2012. V. 10. N 5. P. 748–769.
20. Messias E., Castro J., Saini, A. Usman M., Peeples D. Sadness, suicide, and their association with video game and Internet overuse among teens: results from the Youth Risk Behavior Survey 2007 and 2009 // *Suicide and Life-Threatening Behavior*. 2011. V. 41. N 3. P. 307–315.
21. Granic I., Lobel A., Engels R.C.M.E. The benefits of playing video games // *American Psychologist*. 2014. V. 69. N 1. P. 66–78.
22. Boyle E.A., Connolly T.M., Hainey T. The role of psychology in understanding the impact of computer games // *Entertainment Computing*. 2011. V. 2. N 2. P. 69–74.
23. Connolly T.M., Boyle E.A., MacArthur E., Hainey T., Boyle J.M. A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games // *Computers and Education*. 2012. V. 59. N 2. P. 661–686.
24. Boot W.R., Blakely D.P., Simons D.J. Do action video games improve perception and cognition? // *Frontiers in Psychology*. 2011. V. 2. Art. 226.
25. Peretz C., Korczyn A.D., Shatil E., Aharonson V., Birnboim S., Giladi N. Computer-based, personalized cognitive training versus classical computer games: a randomized double-blind prospective trial of cognitive stimulation // *Neuroepidemiology*. 2011. V. 36. N 2. P. 91–99.
26. Лисицына Л.С., Першин А.А., Усков В.Л. К вопросу повышения результативности массового онлайн-курса // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2014. № 5 (93). С. 164–171.
27. Owen A.M., Hampshire A., Grahn J.A., Stenton R., Dajani S., Burns A.S., Howard R.J., Ballard C.G. Putting brain training to the test // *Nature*. 2010. V. 465. N 7299. P. 775–778.
28. Kelly M.E., Loughrey D., Lawlor B.A., Robertson I.H., Walsh C., Brennan S. The impact of cognitive training and mental stimulation on cognitive and everyday functioning of healthy older adults: a systematic review and meta-analysis // *Ageing Research Reviews*. 2014. V. 15. P. 28–43.
29. Karch D., Albers L., Renner G., Lichtenauer N., von Kries R. The efficacy of cognitive training programs in children and adolescents – a meta-analysis // *Deutsches Arzteblatt International*. 2013. V. 110. N 39. P. 643–652.
30. Anguera J.A., Boccanfuso J., Rintoul J.L., Al-Hashimi O., Faraji F., Janowich J., Kong E., Larraburo Y., Rolle C., Johnston E., Gazzaley A. Video game training enhances cognitive control in older adults // *Nature*. 2013. V. 501. N 7465. P. 97–101.
31. Rapport M.D., Orban S.A., Kofler M.J., Friedman L.M. Do programs designed to train working memory, other executive functions, and attention benefit children with ADHD? A meta-analytic review of cognitive, academic, and behavioral outcomes // *Clinical Psychology Review*. 2013. V. 33. N 8. P. 1237–1252.
32. Borness C., Proudfoot J., Crawford J., Valenzuela M. Putting brain training to the test in the workplace: a randomized, blinded, multisite, active-controlled trial // *PLoS ONE*. 2013. V. 8. N 3. Art. e59982.

33. Kueider A.M., Parisi J.M., Gross A.L., Rebok G.W. Computerized cognitive training with older adults: a systematic review // PLoS One. 2012. V. 7. N 7. Art. e40588.
34. Unsworth N., Engle R.W. On the division of short-term and working memory: an examination of simple and complex span and their relation to higher order abilities // Psychological Bulletin. 2007. V. 133. N 6. P. 1038–1066.
35. Gathercole S.E., Alloway T.P. Short-term and working memory impairments in neurodevelopmental disorders: diagnosis and remedial support // Journal of Child Psychology and Psychiatry. 2006. V. 47. N 1. P. 4–15.
36. Alloway T.P., Alloway R.G. Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment // Journal of Experimental Child Psychology. 2010. V. 106. N 1. P. 20–29.
37. Klingberg T. Training and plasticity of working memory // Trends in Cognitive Sciences. 2010. V. 14. N 7. P. 317–324.
38. Diamond A., Lee K. Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old // Science. 2011. V. 333. N 6045. P. 959–964.
39. Takeuchi H., Sekiguchi A., Taki Y., Yokoyama S., Yomogida Y., Komuro N., Yamanouchi T., Suzuki S., Kawashima R. Training of working memory impacts structural connectivity // Journal of Neuroscience. 2010. V. 30. N 9. P. 3297–3303.
40. Klingberg T., Forssberg H., Westerberg H. Training of working memory in children with ADHD // Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology. 2002. V. 24. N 6. P. 781–791.
41. Ralph K. Cogmed Working Memory Training. Pearson. Clinical Assessment [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pearsonclinical.co.uk/Cogmed/Downloads/cogmed-claims-and-evidence.pdf>, свободный. Яз. англ. (дата обращения 15.05.2014).
42. Jaeggi S.M., Buschkuhl M., Jonides J., Perrig W.J. Improving fluid intelligence with training on working memory // Proc. of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2008. V. 105. N 19. P. 6829–6833.
43. Kaufman S.B. New Cognitive Training Study Takes on the Critics [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://blogs.scientificamerican.com/beautiful-minds/2013/10/09/new-cognitive-training-study-takes-on-the-critics/>, свободный. Яз. англ. (дата обращения 15.05.2014).

- | | |
|---|---|
| <i>Лисицына Любовь Сергеевна</i> | – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, lisizina@mail.ifmo.ru |
| <i>Лямин Андрей Владимирович</i> | – кандидат технических наук, доцент, директор центра дистанционного обучения, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, lyamin@mail.ifmo.ru |
| <i>Быстрицкий Александр Станиславович</i> | – M.D., Ph.D., профессор, Университет UCLA, Лос Анжелес, 90095, США, ABystritsky@mednet.ucla.edu |
| <i>Мартынихин Иван Андреевич</i> | – кандидат медицинских наук, доцент кафедры, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация; ассистент кафедры, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, 197022, Российская Федерация, iam@psychiatr.ru |
| <i>Liubov S. Lisitsyna</i> | – D.Sc., Professor, Department head, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, lisizina@mail.ifmo.ru |
| <i>Andrei V. Lyamin</i> | – PhD, Associate professor, Director of the Center for Distance Learning, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, lyamin@mail.ifmo.ru |
| <i>Alexander S. Bystritsky</i> | – M.D., PhD, Associate Professor, Professor of Psychiatry, University UCLA, Los Angeles, 90095, USA |
| <i>Ivan A. Martynikhin</i> | – PhD, Associate Professor, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation; assistant, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, 197022, Russian Federation, iam@psychiatr.ru |

*Принято к печати 30.06.14
Accepted 30.06.14*