

Педагогика и просвещение

Правильная ссылка на статью:

Кочеткова Н.П. Интеграция принципов нейронаук в конструирование гибридных образовательных экосистем профессионального образования эпохи цифровизации // Педагогика и просвещение. 2025. № 2. DOI:

10.7256/2454-0676.2025.2.74068 EDN: MENFEO URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=74068

Интеграция принципов нейронаук в конструирование гибридных образовательных экосистем профессионального образования эпохи цифровизации

Кочеткова Наталья Павловна

преподаватель; кафедра философии и медиакоммуникации;
Казанский Государственный Энергетический Университет

420066, Россия, республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51

✉ NataliaPavlovnaKochetkova@gmail.com



[Статья из рубрики "Новые методики и технологии"](#)

DOI:

10.7256/2454-0676.2025.2.74068

EDN:

MENFEO

Дата направления статьи в редакцию:

12-04-2025

Дата публикации:

19-04-2025

Аннотация: Исследование посвящено интеграции принципов нейронауки в проектирование гибридных образовательных экосистем профессионального образования в условиях цифровой трансформации. В центре внимания находится проблема эффективного сочетания онлайн- и офлайн-форм обучения на основе знаний о работе мозга. Актуальность темы обусловлена тем, что простой перенос традиционных методов в цифровую среду снижает вовлеченность студентов и приводит к когнитивной перегрузке. Это, в свою очередь, затрудняет глубокое усвоение материала. В статье предлагается переосмысление образовательных подходов с учётом нейронаучных данных о восприятии информации, внимании и памяти в цифровой среде. Цель исследования – разработать концептуальную модель гибридной образовательной

экосистемы, которая учитывает нейрокогнитивные особенности обучающихся и обеспечивает более эффективное усвоение знаний в эпоху цифровизации. Методология исследования основана на интегративном подходе. Проведен анализ современных нейронаучных исследований и сравнительное изучение различных образовательных форматов. Для подтверждения выводов использовалось комбинированное применение качественных и количественных методов анализа. В результате исследования предложена теоретическая модель гибридной образовательной экосистемы, основанная на четырех ключевых принципах: когнитивная эргономика, мультимодальность, адаптивность и интерактивность. Показано, что применение нейрокогнитивного подхода имеет существенные ограничения, и его эффективность зависит от конкретных условий. Определены факторы успешного применения нейрокогнитивных принципов в образовании, включая адаптацию под возраст, профиль подготовки и индивидуальные особенности обучающихся. Обосновано, что для повышения эффективности обучения эти принципы необходимо адаптировать к конкретному образовательному контексту. Практическая значимость подтверждается успешным внедрением предложенных принципов в различных образовательных контекстах. При этом отмечается значительное улучшение качества обучения. Таким образом, результаты исследования вносят вклад в развитие адаптивных и человекоцентрированных образовательных систем для цифровой эпохи.

Ключевые слова:

Нейрокогнитивные основы обучения, Гибридные образовательные экосистемы, Нейропластичность, Нейродидактический подход, Адаптивное обучение, Когнитивная эргономика, Метакогнитивные навыки, Интерактивное обучение, Профессиональное образование, Мультимодальное представление информации

Введение

Стремительная цифровизация ставит перед системой профессионального образования фундаментальный вопрос: как эффективно интегрировать цифровые технологии в образовательный процесс, осуществив не просто перенос традиционных методик в виртуальную среду, но подлинную трансформацию образовательной парадигмы. Эта проблема приобретает особую значимость в свете данных нейробиологических исследований, указывающих на отличия в работе мозга при взаимодействии с цифровой и печатной информацией. Анализ практики цифровизации показывает, что до сих пор доминирует упрощённый подход: печатные учебники просто оцифровываются, очные лекции заменяются видеозаписями, тестирование переводится в онлайн. Такой подход игнорирует уникальные возможности цифровых технологий и нейрокогнитивные особенности переработки информации в цифровой среде. В результате закономерно наблюдаются негативные эффекты: снижение вовлечённости обучающихся, трудности с поддержанием внимания, поверхностное усвоение материала и когнитивная перегрузка^[1]. В то же время ряд исследований показывает, что при грамотной организации результаты онлайн-обучения могут не уступать традиционным^[2]. Центральная проблема, таким образом, заключается не в ограниченности самих цифровых технологий, а в их внедрении без учёта фундаментальных когнитивных процессов – механизмов восприятия, внимания, памяти и мышления. Подтверждением служат, например, данные о том, что в ряде случаев цифровой формат обучения при надлежащем дизайне не приводит к ухудшению академических показателей по

сравнению с очным^[3]. Следовательно, необходимо нейронаучное обоснованное переосмысление подходов к цифровизации образования.

Цифровая трансформация профессионального образования сопровождается не только технологическими изменениями, но и глубокой перестройкой когнитивных процессов восприятия, переработки и усвоения информации. В этой связи возникает необходимость разработки принципиально новых образовательных подходов, учитывающих нейронаучные данные о функционировании мозга в цифровой среде. Актуальность темы определяется тем, что, несмотря на стремительное внедрение цифровых технологий, подход к цифровизации остаётся поверхностным: часто ограничиваясь простой адаптацией традиционных форматов (оцифровка учебников, видеолекции и т.д.), без учёта особенностей цифрового восприятия.

Объектом исследования является система профессионального образования в условиях цифровой трансформации. Предметом исследования выступают нейрокогнитивные механизмы восприятия, переработки и усвоения учебной информации в цифровой образовательной среде и их влияние на эффективность обучения. Цель исследования заключается в теоретическом обосновании и разработке методологических основ проектирования гибридной образовательной экосистемы, основанной на принципах нейрокогнитивной эффективности и направленной на повышение качества профессионального образования с учётом особенностей функционирования мозга в цифровом контексте.

Научная новизна работы заключается в формулировке и теоретическом обосновании принципов проектирования гибридной образовательной среды, основанных на данных о нейрофизиологических механизмах восприятия, внимания и памяти в цифровой среде. Разработанная нейродидактическая модель интегрирует знания из нейронаук, когнитивной психологии и педагогики и ориентирована на реализацию принципов когнитивной эргономики, мультимодальности, адаптивности и интерактивности в условиях цифровизации профессионального образования. В отличие от большинства работ, сосредоточенных преимущественно на технических аспектах цифровизации либо на традиционных психолого-педагогических концепциях, представленная модель позволяет учитывать когнитивную специфику усвоения информации в цифровой среде и формировать на этой основе более эффективные образовательные практики.

Практическая значимость исследования заключается в возможности применения разработанных принципов при создании образовательных программ, платформ и методик в профессиональном образовании, повышающих вовлечённость, глубину усвоения и устойчивость результатов обучения. В условиях когнитивной перегрузки, клипового восприятия и фрагментированности внимания, распространённых в цифровой среде, предложенные подходы позволяют минимизировать негативные эффекты и использовать потенциал цифровизации как ресурс для интеллектуального развития личности.

Нейрокогнитивные особенности восприятия информации в цифровой среде

Современная нейронаука предоставляет значимый эмпирический материал о влиянии цифровой среды на когнитивные функции. В частности, установлен ряд отличий в том, как мозг обрабатывает информацию с экрана и с печатного носителя. Показано, что чтение с экрана способствует быстрому сканированию текста и поиску ключевых сведений, тогда как чтение с бумаги больше вовлекает механизмы глубокого понимания и критического анализа. Иными словами, цифровой формат поощряет клиповое восприятие информации в ущерб ее глубокому усвоению. Согласно метаанализу,

различия между чтением с экрана и с бумаги зависят от ряда условий, а каждый из форматов обладает своими сильными и слабыми сторонами, дополняя друг друга^[4]. Это указывает на необходимость сбалансированного использования обоих подходов. Экспериментальные данные нейрокогнитивных исследований подтверждают данные наблюдения. Так, при чтении одинакового текста в печатном и электронном виде у испытуемых выявляются статистически значимые различия в понимании содержания в пользу печатного варианта – особенно при выполнении заданий на установление сложных причинно-следственных связей и критический анализ^[4]. Кроме того, нейрофизиологические исследования свидетельствуют о том, что цифровая среда перестраивает характер активности нейронных сетей, отвечающих за восприятие и обработку информации. Это находит отражение, например, в преобладающей активации дорсальных зрительных путей мозга при чтении с экрана (обеспечивают быстрое распознавание визуальных шаблонов) против доминирования вентральных путей при чтении печатного текста (связаны с глубинным пониманием и рефлексией). Данные особенности требуют пересмотра традиционных образовательных подходов с учетом новых когнитивных реалий.

Согласно теории когнитивной нагрузки Дж. Свеллера, эффективность обучения зависит от оптимального баланса между внутренней, внешней и значимой (полезной) нагрузкой на рабочую память^[5]. Цифровая образовательная среда часто создает избыточную внешнюю нагрузку из-за множества отвлекающих факторов, сложности интерфейсов и необходимости постоянно адаптироваться к новым приложениям. Это особенно критично при освоении сложного профессионального материала, требующего значительных ресурсов рабочей памяти. Исследования показывают, что цифровые форматы при неудачном дизайне могут повышать именно неинформативную (внешнюю) когнитивную нагрузку, перегружая внимание обучающихся^[1]. Игнорирование нейрокогнитивных ограничений – например, того факта, что период устойчивой концентрации внимания у взрослых длится порядка 20 минут – приводит к снижению эффективности обучения и быстрому утомлению. Таким образом, выявленные нейрокогнитивные особенности восприятия информации в цифровой среде не являются непреодолимым барьером для цифровизации, но диктуют необходимость иного подхода к проектированию образовательных процессов. Вместо прямого переноса традиционных практик в онлайн требуется разработка новых моделей, учитывающих специфику работы мозга с цифровой информацией и использующих это понимание для повышения качества обучения.

Концепция гибридной образовательной экосистемы

Гибридная образовательная экосистема представляет собой не простое сочетание онлайн- и офлайн-форматов, а принципиально новую интегрированную среду, в которой цифровые и очные компоненты объединены на основе глубокого учета когнитивных и нейрофизиологических закономерностей обучения. В такой экосистеме выбор формы подачи материала определяется нейрокогнитивной целесообразностью: какой формат обеспечивает максимальную эффективность для данного типа учебного материала, конкретной познавательной задачи и особенностей обучающихся. Исследователи отмечают, что наиболее результативные модели интеграции очного и электронного обучения базируются не на внешних технических характеристиках этих форматов, а на их когнитивной комплементарности – способности взаимно компенсировать ограничения друг друга в аспектах переработки информации и взаимодействия участников. Иными словами, правильно спроектированная гибридная среда использует сильные стороны каждого из форматов: интерактивность и адаптивность цифровых технологий дополняет живое общение и глубина офлайн-взаимодействия. Это подтверждается данными мета-

анализов, демонстрирующих, что комбинированные подходы способны обеспечить более высокие образовательные результаты по сравнению с традиционными формами обучения^[6]. Анализ современной литературы и выявленные выше нейрокогнитивные особенности цифрового восприятия позволяют выделить четыре фундаментальных принципа конструирования эффективной гибридной образовательной экосистемы:

- Когнитивная эргономика. Организация образовательной среды с учетом естественных механизмов внимания, памяти и мышления, что минимизирует излишнюю когнитивную нагрузку и повышает эффективность усвоения информации. Например, учебные материалы структурируются таким образом, чтобы не перегружать рабочую память: сложный контент дробится на смысловые блоки, чередуются фазы активного и пассивного восприятия, предусматриваются регулярные короткие перерывы для восстановления внимания.
- Мультиmodalность. Представление учебной информации через различные сенсорные каналы (текст, звук, визуализация, практические действия) с учетом их взаимного дополняющего эффекта. Согласованная одновременная активация визуального, аудиального и кинестетического каналов повышает глубину переработки и запоминание материала. Так, комбинирование пояснительного текста с наглядными графическими схемами и озвученными комментариями вовлекает больше когнитивных ресурсов и улучшает понимание по сравнению с моно-modalной подачей.
- Адаптивность. Способность образовательной среды динамически подстраиваться под индивидуальные когнитивные особенности обучающихся: темп усвоения, уровень предшествующих знаний, предпочтительный стиль обучения, текущее состояние внимания и др. Адаптивная система обучения в идеале формирует динамический когнитивный профиль учащегося и на его основе персонализирует контент и поддержку. Практика показывает, что такая персонализация повышает результативность обучения и удовлетворенность студентов^[7], а также способствует развитию у них навыков саморегуляции учебной деятельности.
- Интерактивность. Обеспечение активного взаимодействия обучающихся с материалом, преподавателями и друг с другом. Многосторонняя интерактивность (обсуждения, групповая работа, обратная связь в реальном времени, игровые и симуляционные формы) стимулирует более глубокое понимание и прочное запоминание знаний по сравнению с пассивным восприятием. В контексте гибридной экосистемы важно сочетание синхронного (в режиме реального времени) и асинхронного взаимодействия. Правильно спроектированные коммуникационные пространства позволяют структурировать обмен информацией (например, вебинары, онлайн-семинары) и одновременно создавать возможности для спонтанного обсуждения и сотрудничества (форумы, чаты), что в сумме ведет к повышению вовлеченности и удовлетворенности обучающихся.

Перечисленные принципы тесно связаны и должны применяться комплексно, усиливая друг друга. Вместе они формируют методологическую основу для создания образовательных практик, соответствующих естественным когнитивным механизмам работы мозга в цифровую эпоху.

Методологические подходы и имплементация нейрокогнитивных принципов

Проектирование и оценка эффективности гибридных образовательных экосистем требуют применения комплексной методологии. Необходимо сочетание нейрокогнитивного

мониторинга учебного процесса, сравнительного эксперимента с различными форматами обучения, длительных (лонгитюдных) исследований образовательных эффектов и триангуляции данных. Такой подход позволяет обеспечить научную валидность выводов и учесть как контролируемые лабораторные результаты, так и сложные факторы реальной образовательной среды. Подобная интеграция методов созвучна современным междисциплинарным тенденциям в образовательной нейронауке^[8], нацеленным на объединение данных нейрофизиологии, психологии и педагогики для улучшения практики обучения.

Современные технологические средства позволяют проводить мониторинг когнитивных состояний обучающихся практически в реальном времени. Широко используются как стандартизированные психометрические тесты, так и инструменты отслеживания движения глаз (eye-tracking) и электроэнцефалографические устройства. Например, разработаны портативные недорогие EEG-платформы, которые можно применять прямо во время занятий для оценки уровня внимания студентов^[9]. Получаемые при таком мониторинге данные помогают выявлять оптимальные условия активации нейронных сетей, лежащих в основе различных аспектов познавательной деятельности. Это создает научную базу для обоснованного выбора методов и режимов обучения. Результаты нейромониторинга и когнитивных тестирований интегрируются с академическими показателями, что позволяет оценивать эффективность тех или иных педагогических решений с точки зрения их влияния на мозговую динамику и учебные достижения. Полученные научные данные транслируются в практические рекомендации по имплементации нейрокогнитивных принципов. Одним из ключевых решений является динамическое структурирование учебных занятий. Вместо традиционных 90-минутных лекций или семинаров предлагается дробить их на блоки продолжительностью ~20 минут, чередуя формы активности. Такой формат соответствует естественным циклам внимания и предотвращает когнитивный спад. Действительно, структурирование занятия в виде серии относительно коротких, сменяющих друг друга активностей (мини-лекция, обсуждение, интерактивное упражнение, отдых) позволяет поддерживать высокий уровень вовлеченности на протяжении всего занятия.

Еще один эффективный инструмент – системы адаптивной подачи материала. Они формируют индивидуальный профиль обучающегося (учитывая его успеваемость, стиль обучения, текущий прогресс) и на этой основе подстраивают последовательность и форму предъявления контента. Исследования показывают, что подобная адаптивная персонализация не только повышает успеваемость, но и способствует развитию у студентов умения самостоятельно управлять своим учением^[7]. Вопреки опасению, что цифровизация неизбежно ведет к изоляции обучающихся, грамотно спроектированная гибридная среда, напротив, усиливает социальное взаимодействие. Для этого создаются специальные коммуникационные площадки (форумы, группы в мессенджерах, совместные рабочие пространства), обеспечивающие как структурированные дискуссии, так и неформальное общение. Как результат, в цифровой среде возможно достижение уровня социального взаимодействия, сопоставимого или даже превосходящего очные формы.

Таким образом, научно-методологические подходы в области нейрокогнитивных основ обучения тесно переплетаются с практическими решениями. Они превращаются в конкретные технологии проектирования гибридных образовательных экосистем, реализующие принципы когнитивной эргономики, мультимодальности, адаптивности и интерактивности.

Ограничения и этические аспекты нейрокогнитивного подхода

Несмотря на значительный потенциал интеграции нейронаучных данных в образование, необходимо критически учитывать объективные ограничения и возможные проблемы при практической реализации этого подхода. Методологические ограничения связаны прежде всего с проблемой экологической валидности. Как отмечает Д. Ансари с соавторами, результаты многих нейронаучных исследований получены в строго контролируемых лабораторных условиях при выполнении специфических задач, что затрудняет их прямое перенесение в сложную, динамичную и социально насыщенную атмосферу реального обучения^[10]. Кроме того, современные методы нейровизуализации и записи мозговой активности имеют ограничения по временной и пространственной разрешающей способности и зачастую не приспособлены для длительного использования в учебном классе. Практические ограничения включают высокую ресурсоемкость нейротехнологий, необходимость специальной подготовки педагогов, сложность масштабирования успешных локальных экспериментов. Кроме того, технологическая зависимость создает риски, связанные с техническими сбоями и быстрым моральным устареванием оборудования.

Нейрокогнитивный подход подвергается и концептуальной критике – за возможный редукционизм, то есть чрезмерное упрощение сложных явлений обучения до нейробиологических показателей. Дж. Брюер еще в конце 1990-х предупреждал об опасности распространения «нейромифов» – упрощенных и искаженных представлений о работе мозга, способных привести к неэффективным практикам^[11]. В.С. Меськов отмечает, что абсолютизация нейрокогнитивного подхода несет риск превращения образования в набор технических процедур по оптимизации работы мозга, что противоречит гуманистической сути образования как процесса личностного развития^[12]. Таким образом, важно не утрачивать целостное видение целей обучения: нейронауки должны служить улучшению педагогики, но не подменять собой педагогическую философию.

Этические вопросы внедрения нейротехнологий в образование также чрезвычайно актуальны. Возникают проблемы защиты чувствительных «нейроданных» учащихся, обеспечения информированного согласия при использовании устройств мониторинга мозга, а также гарантирования права на когнитивную приватность. В литературе обосновывается необходимость признания специального права личности на неприкосновенность ее мыслительной деятельности в эпоху быстро развивающихся нейротехнологий^[13]. Кроме того, есть риск усиления неравенства, если доступ к передовым нейрообразовательным технологиям будет ограничен для студентов из социально уязвимых групп. Возможна и новая форма стигматизации – когда учащиеся получают ярлыки на основе выявленных нейрокогнитивных особенностей (например, особенностей внимания или памяти). Наконец, принципиальным этическим императивом остается сохранение гуманистической направленности образования. Как отмечает Е.О. Труфанова, этика нейрообразования должна ставить приоритет гуманистических ценностей выше технологической эффективности, рассматривая нейрокогнитивные инструменты как средства расширения возможностей человека, а не механизмы контроля и стандартизации мышления^[14]. Соблюдение этих ограничений и норм критически важно для успешной и ответственной имплементации нейродидактических инноваций. Осознанный учет существующих ограничений позволяет разрабатывать реалистичные стратегии внедрения нейрокогнитивного подхода, минимизировать потенциальные риски и сосредоточить исследовательские усилия на преодолении выявленных препятствий.

Дифференциация подходов и ресурсное обеспечение

Для эффективной имплементации нейрокогнитивных принципов необходима их адаптация к разным образовательным контекстам с учетом возрастных, профильных и индивидуальных особенностей обучающихся. Возрастные нейрокогнитивные различия. Когнитивные возможности и пластичность мозга меняются на протяжении жизни, что требует возрастн-ориентированных подходов. Так, период обучения молодых взрослых (18–25 лет) характеризуется высокой способностью к развитию метакогнитивных навыков и критического мышления при условии стимулирования самостоятельной рефлексивной деятельности. У данной группы относительно высок резерв нейропластичности, и они готовы к интенсивному овладению новыми стратегиями обучения. Взрослые обучающиеся среднего возраста (26–45 лет) сохраняют значительную нейропластичность при условии, что обучение интегрировано с их профессиональной мотивацией и опытом. Напротив, обучающимся старшей возрастной категории (от ~46 лет) зачастую требуется больше времени для переработки новой информации, и для них особенно полезно мультимодальное представление материала^[15]. Это связано с тем, что с возрастом скорость обработки информации снижается, и параллельная подача через несколько каналов (например, текст + аудио + визуализация) помогает компенсировать эти изменения. Учет возрастных особенностей позволяет оптимизировать темп и формы обучения: молодым взрослым – больше самостоятельных проектных задач и рефлексии, обучающимся старшего возраста – больше времени на освоение и поддерживающие мультимодальные материалы.

Различные предметные области вовлекают разные когнитивные процессы, что необходимо учитывать при разработке нейрооснованных методик. Освоение естественнонаучных и особенно математических дисциплин нагружает рабочую память и требует развитого пространственного мышления; обучение гуманитарным наукам активизирует семантическую память, эмпатию и работу зеркальных нейронных систем; технические и прикладные дисциплины требуют интеграции концептуального понимания с формированием моторно-процедурных навыков. Эти различия подразумевают, что оптимальные стратегии обучения будут различными: например, для математических курсов критично управление когнитивной нагрузкой (разбиение сложных задач, визуальные поддержки), для гуманитарных – дискуссионные форматы и эмоциональное вовлечение, для технических – практико-ориентированные проекты и тренажеры. Интеграция знаний о профильных когнитивных требованиях позволяет создавать более эффективные и доступные учебные среды для всех категорий обучающихся. Особое внимание следует уделить адаптации образовательного процесса для студентов с особыми нейрокогнитивными потребностями, например с нарушением внимания (СДВГ) или с дислексией. В отношении учащихся с СДВГ ключевым является гибкое планирование активности: чередование видов деятельности (слушание, работа руками, обсуждение) служит естественным модулем регуляции нейромедиаторных систем мозга, поддерживая оптимальный уровень вовлечения внимания. Для студентов с дислексией эффективны стратегии, компенсирующие дефициты фонологической обработки за счет мультимодальной подачи информации (текст дополняется озвучиванием, визуальными подсказками и т.п.), что облегчит усвоение письменного материала. Современные исследования нейродиверсификации обучающихся подтверждают, что адаптивные учебные среды могут успешно учитывать такие различия и смягчать связанные с ними трудности^[16].

Ресурсное обеспечение нейроориентированного обучения. Внедрение нейрокогнитивного подхода требует комплексного ресурсного сопровождения –

технологической, кадровой и организационной поддержки. Техническая инфраструктура включает оснащение учебных аудиторий средствами нейромониторинга (например, портативными датчиками EEG для оценки вовлеченности), интерактивными тренажерами, мультимедийными системами и высокоскоростным интернетом для качественной реализации гибридных форматов. Не менее важно и кадровое обеспечение. Современный преподаватель в гибридной экосистеме перестает быть просто транслятором знаний и становится дизайнером учебного опыта, фасилитатором познавательных процессов. Формирование у педагогов нейродидактических компетенций требует системной подготовки, объединяющей теоретическое обучение основам нейронаук и практическое освоение новых методик в ходе профессиональной деятельности^[17]. Необходимо внедрять программы повышения квалификации, в которых учителя учатся интерпретировать результаты когнитивных тестов и мониторинга, осваивают адаптивные образовательные платформы, практикуются в дизайне мультимодальных материалов. Организационно учебные заведения должны быть готовы к трансформации учебного расписания, структуры занятий, форм оценки – например, внедрение гибкого графика модульных блоков вместо фиксированных пар, переход к формативному оцениванию с учетом данных об активности студентов. Все это требует управленческой воли и поддержки со стороны администрации и образовательных властей.

Перспективы дальнейших исследований и заключение

Анализ современного состояния проблемы позволяет наметить ряд перспективных направлений дальнейших исследований, которые помогут преодолеть обозначенные ограничения нейрокогнитивного подхода:

- Экологичная нейромониторинга в обучении. Разработка неинвазивных методов отслеживания когнитивных состояний непосредственно в ходе реальных занятий. Это включает улучшение портативных устройств для регистрации мозговой активности и алгоритмов интерпретации сигналов в условиях естественного обучения. Продвижение в этом направлении позволит преодолеть разрыв между лабораторными экспериментами и полевыми условиями образования.
- Таксономия образовательных форматов с точки зрения мозга. Дифференцированное изучение нейрокогнитивных эффектов различных форм обучения (лекция, обсуждение, проектная работа, виртуальная реальность и пр.). Необходимо понять, какие нейронные сети активируются при том или ином формате и как это соотносится с типом усваиваемых знаний. Итогом может стать своего рода «нейропедагогическая карта» образовательных методов, помогающая выбирать оптимальные форматы под конкретные цели обучения.
- Индивидуальные когнитивные профили. Дальнейшая разработка методик быстрой и надежной идентификации индивидуальных когнитивных особенностей обучающихся (например, склонности к рассеянию внимания, типичной скорости обработки информации, доминирующего канала восприятия). Это улучшит возможности персонализации обучения в реальном времени – образовательная среда сможет адаптироваться под учащегося так же гибко, как хороший репетитор.
- Долгосрочные эффекты гибридного обучения. Проведение лонгитюдных исследований, отслеживающих выпускников, обучавшихся по нейрокогнитивным гибридным программам, в течение нескольких лет. Это необходимо для оценки устойчивости сформированных навыков, их переноса в профессиональную деятельность и общего влияния на интеллектуальное развитие. Такие данные позволят скорректировать

программы с учетом долгосрочной перспективы.

· Этические и правовые нормы нейрообразования. Формирование четких этических принципов и нормативной базы применения нейротехнологий в образовании. Важно найти баланс между технологической эффективностью и сохранением автономии личности. Здесь востребованы междисциплинарные исследования на стыке нейроэтики, права и педагогики, а также обмен международным опытом (например, инициативы по закреплению «нейроправ» в законодательстве)^[13].

Проведенный анализ свидетельствует о том, что эффективная цифровая трансформация профессионального образования невозможна без фундаментального переосмысления базовых дидактических принципов с учетом современных данных о нейрофизиологических механизмах обучения. Предложенная теоретическая модель гибридной образовательной экосистемы, основанная на нейрокогнитивных принципах когнитивной эргономики, мультимодальности, адаптивности и интерактивности, формирует методологический фундамент для проектирования новых образовательных сред. Практическая ценность подхода подтверждается успешными примерами его применения. Так, внедрение нейродидактических стратегий в обучение программированию привело к заметному росту успеваемости и мотивации студентов^[19], а использование нейронаучных подходов в медицинском образовании улучшило долгосрочное удержание знаний у слушателей^[20]. Конечно, нейрокогнитивный подход имеет ограничения и требует внимательного отношения к этическим аспектам. Его эффективная реализация возможна лишь при дифференциации методов в зависимости от возраста, профиля и индивидуальных характеристик учащихся, а также при наличии соответствующего ресурсного обеспечения. Тем не менее, интегративный подход к проектированию образовательного пространства, учитывающий взаимосвязь когнитивных, эмоциональных и социальных аспектов обучения, открывает путь к созданию экосистем, которые не только повышают эффективность усвоения знаний и навыков, но и способствуют всестороннему развитию личности обучающегося. В условиях стремительных технологических и социальных изменений интеграция принципов нейронаук в образование формирует базис для адаптивной, человекоцентричной системы обучения, способной эффективно готовить специалистов для цифровой экономики и одновременно сохранять гуманистические идеалы образования.

Библиография

1. Skulmowski A., Xu K.M. Understanding Cognitive Load in Digital and Online Learning: A New Perspective on Extraneous Cognitive Load // *Educational Psychology Review*. 2022. Vol. 34, № 1. P. 171-196. 2.
2. Zeng H.-L., Luo J. Effectiveness of synchronous and asynchronous online learning: a meta-analysis // *Interactive Learning Environments*. 2023. (Published online 25 April 2023). P. 1-15. 3.
3. Lim L., Wang L., Nam D. et al. Online versus face-to-face learning: exploring the factors affecting students' performance and attitude // *Education and Information Technologies*. 2022. Vol. 27. P. 10619-10641. 4.
4. Li Y., Yan L. Which reading comprehension is better? A meta-analysis of the effect of paper versus digital reading in recent 20 years // *Telematics and Informatics Reports*. 2024. Vol. 14. Art. 100142. 5.
5. Sweller J. Cognitive Load Theory, Evolutionary Educational Psychology, and Instructional Design // *Evolutionary Perspectives on Child Development and Education*. Cham: Springer,

2016. P. 291-306. 6.

6. Yu Z., Xu W., Sukjairungwattana P. Meta-analyses of differences in blended and traditional learning outcomes and students' attitudes // *Frontiers in Psychology*. 2022. Vol. 13. Art. 926947. 7.

7. Du Plooy E., Casteleijn D., Franzsen D. Personalized adaptive learning in higher education: a scoping review of key characteristics and impact on academic performance and engagement // *Heliyon*. 2024. Vol. 10, № 21. Art. e39630. 8.

8. Gkintoni E., Antonopoulou H., Sortwell A. et al. Challenging Cognitive Load Theory: The Role of Educational Neuroscience and Artificial Intelligence in Redefining Learning Efficacy // *Brain Sciences*. 2025. Vol. 15, № 2. Art. 203. 9.

9. Fuentes-Martínez V.J., Romero S., López-Gordo M.A. et al. Low-Cost EEG Multi-Subject Recording Platform for the Assessment of Students' Attention and the Estimation of Academic Performance in Secondary School // *Sensors*. 2024. Vol. 24, № 1. P. 1-22. 10.

10. Ansari D., Coch D., De Smedt B. Neuroscience and education: from research to practice? // *Nature Reviews Neuroscience*. 2011. Vol. 12. P. 341-348. 11.

11. Bruer J.T. Education and the Brain: A Bridge Too Far // *Educational Researcher*. 1997. Vol. 26, № 8. P. 4-16. 12.

12. Месъков В.С. Философия образования: когнитивный анализ // *Философские науки*. 2019. № 3. С. 5-24. 13.

13. Irani E., Jones R., Herington K. The right to cognitive privacy: emerging issues in neuroethics // *Ethics and Information Technology*. 2020. Vol. 22, № 4. P. 275-283. 14.

14. Труфанова Е.О. Нейроэтика и этика нейрообразования // *Вопросы философии*. 2021. № 4. С. 59-71. 15.

15. Li S., Bland R. Aging and the neural correlates of learning and memory // *Current Directions in Psychological Science*. 2019. Vol. 28, № 2. P. 209-218. 16.

16. Le Cunff A.-L., Giampietro V., Dommett E. Neurodiversity and cognitive load in online learning: a focus group study // *PLOS ONE*. 2024. Vol. 19, № 4. Art. e0301932. 17.

17. Максимова Е.А. Формирование нейродидактических компетенций современного педагога // *Педагогический журнал*. 2021. № 1. С. 38-49. 18.

18. Pradeep K., Anbalagan R.S., Thangavelu A.P. et al. Neuroeducation: understanding neural dynamics in learning and teaching // *Frontiers in Education*. 2024. Vol. 9. Art. 1437418. 19.

19. Mammen E., van der Poel J., de Vries L. Redesigning programming education with neurodidactics: a case study // *ACM Transactions on Computing Education*. 2021. Vol. 21, № 3. P. 1-28. 20.

20. Mercer B. Neurodidactics in medical education: a four-year longitudinal study // *Medical Education*. 2019. Vol. 53, № 6. P. 560-568.

Результаты процедуры рецензирования статьи

В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не раскрывается.

Со списком рецензентов издательства можно ознакомиться [здесь](#).

Представленная статья на тему «Интеграция принципов нейронаук в конструирование гибридных образовательных экосистем профессионального образования эпохи цифровизации» соответствует тематике журнала «Педагогика и просвещение» и посвящена вопросу эффективной интеграции цифровых технологий в образовательный процесс, с учетом не просто переноса традиционных методик в виртуальную среду, но и подлинной трансформации образовательной парадигмы.

Авторы в статье ссылаются на отечественный и зарубежный опыт, имеются ссылки в

тексте на источники из списка литературы.

Авторами самостоятельно проведен анализ современной литературы и выявлены нейрокогнитивные особенности цифрового восприятия, на основе которых выделены четыре фундаментальных принципа конструирования эффективной гибридной образовательной экосистемы: Когнитивная эргономика, Мультиmodalность, Адаптивность, Интерактивность.

По мнению авторов научно-методологические подходы в области нейрокогнитивных основ обучения тесно переплетаются с практическими решениями. Они превращаются в конкретные технологии проектирования гибридных образовательных экосистем, реализующие принципы когнитивной эргономики, мультиmodalности, адаптивности и интерактивности.

В заключении авторы акцентируют внимание на ряде перспективных направлений дальнейших исследований, которые помогут преодолеть обозначенные ограничения нейрокогнитивного подхода: · Экологичная нейромониторинга в обучении. · Таксономия образовательных форматов с точки зрения мозга. · Индивидуальные когнитивные профили. · Долгосрочные эффекты гибридного обучения. · Этические и правовые нормы нейрообразования.

Авторами предложена теоретическая модель гибридной образовательной экосистемы, основанной на нейрокогнитивных принципах когнитивной эргономики, мультиmodalности, адаптивности и интерактивности, формирует методологический фундамент для проектирования новых образовательных сред. Практическая ценность подхода подтверждается успешными примерами его применения. В условиях стремительных технологических и социальных изменений интеграция принципов нейронаук в образование формирует базис для адаптивной, человекоцентричной системы обучения, способной эффективно готовить специалистов для цифровой экономики и одновременно сохранять гуманистические идеалы образования.

Стиль и язык изложения материала является достаточно доступным для широкого круга читателей.

Статья по объему соответствует рекомендуемому объему от 12 000 знаков. Статья достаточно структурирована - в наличии введение, заключение, внутреннее членение основной части (Нейрокогнитивные особенности восприятия информации в цифровой среде, Концепция гибридной образовательной экосистемы, Методологические подходы и имплементация нейрокогнитивных принципов, Ограничения и этические аспекты нейрокогнитивного подхода, Дифференциация подходов и ресурсное обеспечение, Перспективы дальнейших исследований и заключение).

К недостаткам можно отнести следующие моменты: из содержания статьи не прослеживается научная новизна. В статье отсутствуют четко сформулированные предмет, объект и цель исследования.

Рекомендуется четко обозначить научную новизну исследования, сформулировать цель, предмет и объект исследования.

Статья «Интеграция принципов нейронаук в конструирование гибридных образовательных экосистем профессионального образования эпохи цифровизации» требует доработки по указанным выше замечаниям. После внесения поправок рекомендуется к повторному рассмотрению редакцией рецензируемого научного журнала.

Результаты процедуры повторного рецензирования статьи

В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не раскрывается.

Со списком рецензентов издательства можно ознакомиться [здесь](#).

На рецензирование представлена статья «Интеграция принципов нейронаук в конструирование гибридных образовательных экосистем профессионального образования эпохи цифровизации». Работа включает в себя введение с определением проблемы и актуальности, а также цели, объекта и предмета, научной новизны и практической значимости. В основном разделе представлено описание нейрокогнитивных особенностей восприятия информации в цифровой среде, концепции гибридной образовательной экосистемы, методологических подходов и имплементации нейрокогнитивных принципов, ограничений и этических аспектов нейрокогнитивного подхода, дифференциации подходов и ресурсное обеспечение. Отдельный раздел включает в себя описание перспектив дальнейших исследований. Заканчивается статья краткими выводами.

Предмет исследования. Объектом исследования является система профессионального образования в условиях цифровой трансформации. Предметом исследования выступают нейрокогнитивные механизмы восприятия, переработки и усвоения учебной информации в цифровой образовательной среде и их влияние на эффективность обучения. Цель исследования заключается в теоретическом обосновании и разработке методологических основ проектирования гибридной образовательной экосистемы, основанной на принципах нейрокогнитивной эффективности и направленной на повышение качества профессионального образования с учётом особенностей функционирования мозга в цифровом контексте.

Методологическая основа исследования. В ходе исследования упор был сделан на применение комплексной методологии. Автором отмечается, что необходимо сочетание нейрокогнитивного мониторинга учебного процесса, сравнительного эксперимента с различными форматами обучения, длительных (лонгитюдных) исследований образовательных эффектов и триангуляции данных. Такой подход позволяет обеспечить научную валидность выводов и учесть как контролируемые лабораторные результаты, так и сложные факторы реальной образовательной среды.

Актуальность исследования. Цифровая трансформация профессионального образования сопровождается не только технологическими изменениями, но и глубокой перестройкой когнитивных процессов восприятия, переработки и усвоения информации. Проблемой является разработка принципиально новых образовательных подходов, учитывающих нейронаучные данные о функционировании мозга в цифровой среде. Актуальность темы определяется тем, что, несмотря на стремительное внедрение цифровых технологий, подход к цифровизации остаётся поверхностным: часто ограничиваясь простой адаптацией традиционных форматов (оцифровка учебников, видеолекции и т.д.), без учёта особенностей цифрового восприятия.

Научная новизна исследования. Автором отмечается, что научная новизна работы заключается в формулировке и теоретическом обосновании принципов проектирования гибридной образовательной среды, основанных на данных о нейрофизиологических механизмах восприятия, внимания и памяти в цифровой среде. Разработанная автором нейродидактическая модель интегрирует знания из нейронаук, когнитивной психологии и педагогики и ориентирована на реализацию принципов когнитивной эргономики, мультимодальности, адаптивности и интерактивности в условиях цифровизации профессионального образования. В отличие от большинства работ, сосредоточенных преимущественно на технических аспектах цифровизации либо на традиционных психолого-педагогических концепциях, представленная модель позволяет учитывать когнитивную специфику усвоения информации в цифровой среде и формировать на этой основе более эффективные образовательные практики.

Стиль, структура, содержание. Стиль изложения соответствует публикациям такого

уровня. Язык работы научный. Структура работы прослеживается, автором выделены основные смысловые части. Логика в работе имеется. Содержание статьи отвечает требованиям, предъявляемым к работам такого уровня. Объем работы достаточный, чтобы раскрыть предмет исследования.

Библиография. Библиография статьи включает в себя 20 отечественных и зарубежных источников, незначительная часть которых была издана за последние три года. В список включены, в основном, статьи и тезисы. Источники не во всех позициях оформлены корректно. Необходимо уточнить значение цифр в конце каждого источника литературы (например, цифры 2,3,4 и т.д.).

Апелляция к оппонентам.

Рекомендации: откорректировать библиографию, убрав лишнюю информацию.

Выводы. Проблематика затронутой темы отличается несомненной актуальностью, теоретической и практической ценностью. Статья будет интересна специалистам, которые занимаются проблемами профессионального образования. Вопрос рассматривается через призму интеграции принципов нейронаук в конструирование гибридных образовательных экосистем в профобразовании. Статья может быть рекомендована к опубликованию. Однако важно учесть выделенные рекомендации и внести соответствующие изменения. Это позволит представить в редакцию научно-методическую и научно-исследовательскую работу, отличающуюся научной новизной и практической значимостью.