

Создатели нового в образовании*

Т.А. Бороненко, С.А. Куркин, М.Л. Левицкий, В.В. Миронов, В.В. Рубцов

Предсказать будущее образования невозможно. Его можно совместно создать с опорой на возникающие гуманитарные, коммуникативные технологии и другие достижения современной цивилизации. Через 440 лет после великого Яна Коменского мы делаем следующий шаг, создавая новую науку об учении: цифровую математику и цифровую дидактику.

Авторы учебников, живых своими связями с цифровыми средствами, направленными на овладение человеческой деятельностью, и профессора вузов, отталкиваются от опыта своего детства, базируются на достижениях человечества, осознают и формируют возможности и потребности будущего в настоящем.

Наука получает возможность изучать ускоряющиеся процессы эволюции образования и анализировать большие данные, отображенные в многообразных цифровых платформах.

Мировое образовательное сообщество становится источником опыта критически важных решений и прямого педагогического взаимодействия. Ослабляются географические и языковые барьеры.

Лидеры общества, государства и бизнеса получают возможность реализовать свое видение в конкретном проекте, а цифровые технологии открывают доступ для участия в проекте всем, кто поддерживает гуманистическую идею в нашем трансформирующемся мире.

Ключевые слова: цифровая дидактика, достижения человечества, эволюция образования, большие данные, педагогическое взаимодействие.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№19-29-14101, 19-29-14153, 19-29-14169, 19-29-14171 и 19-29-14185).

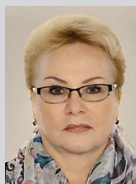
Персонализация траектории обучения на основе измерения когнитивных и личностных характеристик обучаемого с использованием нейроинтерфейса «мозг–компьютер» и методов искусственного интеллекта

Настоящий проект направлен на решение актуальной фундаментальной научной проблемы, связанной с разработкой физико-математических методов для объективной оценки когнитивного ресурса ребенка в процессе обучения на основе анализа данных биоэлектрической активности головного мозга и развитием педагогической концепции использования полученных данных для персонализации обучения младших школьников.

Исследование проводится на стыке психолого-педагогических наук, информатики, нелинейной физики и нейронауки.

Для осуществления данного исследования необходимо решение следующих задач:

- разработка физико-математического инструментария для объективной оценки личностных характеристик учащихся на основе анализа данных биоэлектрической активности головного мозга с целью получения исходной информации для построения персонали-



БОРОНЕНКО
Татьяна Алексеевна
профессор,
Ленинградский
государственный университет
имени А.С. Пушкина



КУРКИН
Семён Андреевич
Центр технологий компонентов
робототехники и мехатроники
Университета Иннополис



ЛЕВИЦКИЙ
Михаил Львович
профессор, академик РАО,
Российская академия
образования



МИРОНОВ
Владимир Валерьевич
Сыктывкарский
государственный университет
имени Питирима Сорокина



РУБЦОВ
Виталий Владимирович
профессор, академик РАО,
президент Московского
государственного психолого-
педагогического университета

зированной траектории обучения;

- разработка педагогических основ, необходимых для построения персонализированных траекторий обучения;
- выявление адекватных условий и границ применимости созданной технологии в современном образовательном процессе.

Основная гипотеза исследования заключается в том, что по данным биоэлектрической активности головного мозга можно объективно оценивать когнитивный ресурс обучаемого, который взаимосвязан с эффективностью выполнения им поставленных заданий; полученные результаты позволят предложить подходы к персонализации процесса обучения, основанные на знаниях о закономерностях в работе мозга при восприятии, обработке и запоминании информации.

Разработан дизайн эксперимента по регистрации многоканальных электроэнцефалограмм (ЭЭГ) испытуемых в процессе решения когнитивных и стимульных задач. Для взаимодействия со школьником в процессе прохождения им тестов была разработана совместно с педагогами и психологами специальная электронная среда (ЭС), выполненная в близкой для ребенка интерактивной форме. В качестве модельной когнитивной задачи в разработанной ЭС был реализован содержащий таблицы Шульте тест, который является универсальной шаблонной задачей со стандартизированной системой оценки. Проведены эксперименты в соответствии с разработанным дизайном, накоплена база данных, содержащая зарегистрированные ЭЭГ-записи и поведенческие характеристики.

Анализ ЭЭГ показал, что у детей, по сравнению со взрослыми, мощность в дельта-диапазоне выше в лобной и левой теменно-височной зонах. Это отражает повышенную внутреннюю концентрацию для ре-

шения арифметической задачи. Ближе к завершению таблицы у детей было обнаружено снижение мощности ЭЭГ в дельта-диапазоне, сопровождающееся увеличением мощности в бета-диапазоне. Это свидетельствует о привлечении дополнительных ресурсов к визуальному поиску и запоминанию чисел. Таким образом, вначале дети испытывали трудности при работе с двузначными числами, но с течением времени они эффективно сконцентрировали ресурсы на аспектах визуального поиска и запоминания, чтобы повысить эффективность выполнения задания.

Была проанализирована взаимосвязь между характеристиками пространственно-частотно-временной структуры электрической активности мозга и когнитивным состоянием человека. По выявленным особенностям ЭЭГ испытуемые были разделены на три группы. Для испытуемых из каждой группы оценивались показатели, характеризующие их когнитивные способности во время выполнения теста Шульте, а именно: эффективность работы, индикатор вработываемости и психическая устойчивость. Все эти факторы существенно различаются в выделенных группах. На основании полученных результатов сделан вывод о существовании связи между особенностями ЭЭГ и когнитивным состоянием.

В результате развития сформулированной гипотезы обнаружена взаимосвязь между характеристиками отношения энергий мозговых ритмов в различных частотных диапазонах (альфа- и бета-диапазонах) и составляющими когнитивного ресурса обучающегося (уровень внимания, когнитивная усталость, загруженность рабочей памяти и др.), определяющими эффективность выполнения им задания. Это позволяет предложить способы повышения эффективности, основанные на нормализации соотношения энергий мозговых ритмов, например, с помощью выполнения специальных упражнений, направленных на корректировку ритмов, или с использованием биологической обратной связи. Поскольку таблица Шульте задействует многие элементарные когнитивные функции, полученные результаты могут быть перенесены на широкий класс различных когнитивных заданий. Сформулированные идеи будут развиваться на следующем этапе выполнения проекта.

В проекте развивается фундаментальная база и формируется задел для персонализации траектории обучения школьников на основе использования интерфейсов «мозг-компьютер» (ИМК). Выявляются характерные биомаркеры, разрабатываются подходы и методы, необходимые для функционирования систем персонализации обучения. Их применение в школе станет возможным с развитием



Рис. 1. Качественная иллюстрация концепции предлагаемой системы для персонализации траектории обучения на основе измерения когнитивных и личностных характеристик обучаемого с использованием нейроинтерфейса «мозг–компьютер» и методов искусственного интеллекта.

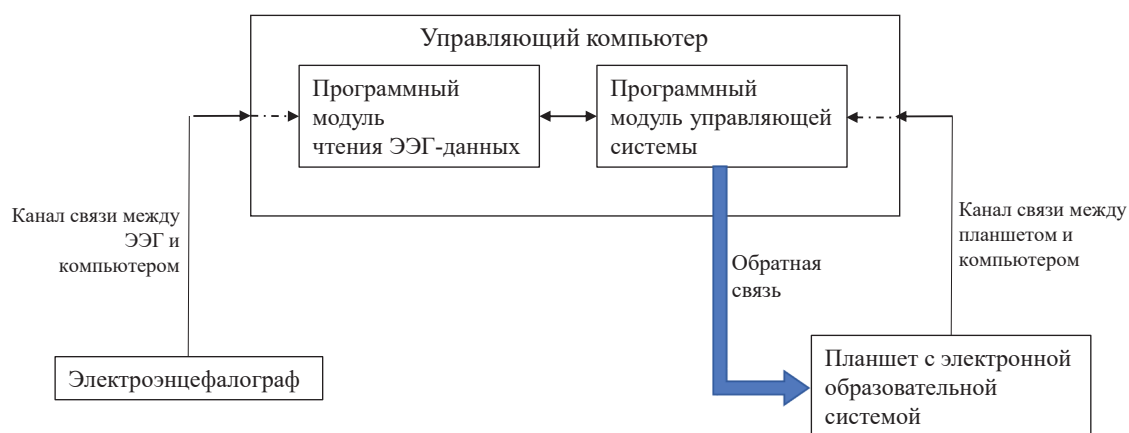


Рис. 2. Функциональная схема предлагаемой системы.

ЭЭГ-модулей, когда последние станут более простыми с точки зрения монтажа. Получаемые в проекте результаты имеют ценность для развития технологий образования в ближайшей и отдаленной перспективе. Полученные результаты дают основания полагать, что даже без использования ЭЭГ-гарнитур возможна разработка сценариев персонализации, направленных на повышение эффективности выполнения заданий учащимися и основанных на корректировке соотношений энергий ритмов активности в мозге за счет выполнения специальных упражнений и/или подачи материала в соответствии с выработанными рекомендациями (рис. 1, 2).

Развитие подходов к применению ИМК для обучения является актуальным и востребованным направлением. Здесь следует отметить обзор по использованию ЭЭГ-систем в исследованиях в образовании [1],

в котором рассмотрено 22 работы, и обсуждены перспективы использования ИМК в следующих областях: чтение, презентация учебных материалов, интерактивное взаимодействие, развлекательно-образовательные программы, электронное обучение, обучение двигательным навыкам и повышение успеваемости. Делается вывод, что ИМК в основном используется для оценки внимания и степени погружения обучающихся. Использованию ИМК в обучении препятствуют значительные погрешности измерений и неудобство использования ЭЭГ-гарнитур. В ближайшем будущем ИМК будет

широко использоваться в сфере образования при условии решения упомянутых выше проблем.

Фундаментальные основы трансформации содержания и методов общего образования в результате использования учащимися технологии дополненной виртуальности (на примере обучения информатике)

Проект посвящен выявлению влияния использования технологии дополненной виртуальности (AV) на развитие содержания, методов и средств обучения в основной школе. При этом основной акцент расставлялся на соответствующее развитие школьного курса информатики, который в рамках трехлетнего исследования выступает в качестве апробационного направления внедрения предлагаемых методов, подходов и технологий.

Проект предполагает междисциплинарную интеграцию методов, характерных для дидактики, методики обучения, информатики и информационных технологий, дизайна и визуализации, математического и информационного моделирования, возрастной психологии.

Для осуществления исследования необходимо решение следующих задач:

- определение взаимосвязи способов обучения и использования технологии дополненной виртуальности на примере обучения информатике;
- разработка необходимых учебных задач, оснований для их классификации и виртуальных моделей-образцов.

Основная гипотеза исследования заключается в том, что иммерсивные технологии, в том числе и технологии дополненной виртуальности, содержат огромный дидактический потенциал, который должен быть нацелен прежде всего на повышение качества подготовки учащихся. Такая технология, как было показано в исследовании

2020 г., предоставляющая возможность визуального присутствия реальных объектов с сохранением их физических свойств в виртуальной среде, обладает значительным образовательным потенциалом.

Полученные результаты позволят предложить подходы к использованию указанной технологии, обеспечивающей компенсацию недостатков и объединение достоинств виртуальной реальности, которая не предоставляет возможности детального изучения физических свойств объектов, и дополненной реальности, в рамках которой невозможно обучение в недоступных условиях, не соответствующих реальности.

В настоящее время

- определены и описаны условия использования учащимися технологии дополненной виртуальности, нормативные и методические регламенты обеспечения процесса обучения с использованием указанной технологии (на примере обучения информатике);
- разработаны и отражены графически теоретические модели, в числе которых модель трансформации содержания и методов обучения учащихся основной школы в условиях использования технологии дополненной виртуальности и модель, отражающая взаимосвязь «средство обучения – объект изучения» в рамках использования технологии дополненной виртуальности при обучении школьников информатике;
- на основании положений указанных моделей сформулированы цели, изложены задачи и этапы обучения информатике в основной школе с применением технологии дополненной виртуальности, что нашло отражение в рекомендованном учебном планировании школьного курса информатики с учетом внедрения технологии дополненной виртуальности;
- разработаны учебные задания для опытного обучения школьников, основанного на использовании технологии дополненной виртуальности. Для систематизации подобных задач и заданий выявлены основания для их классификации и разработки систем учебно-познавательных задач для описываемого обучения;
- с аналогичной целью представлены предложения по материально-техническому оснащению учебного процесса по информатике в основной школе с применением технологии дополненной виртуальности, в том числе созданы и апробированы виртуальные модели-образцы для опытного обучения школьников;
- разработаны методические рекомендации для учителей по применению в учебном про-

цессе технологии дополненной виртуальности и разработанной системы учебно-познавательных задач (на примере обучения информатике), включающие критерии и показатели эффективности такого обучения.

Эти и другие полученные результаты будут развиваться на следующем этапе выполнения проекта [2].

Практической значимостью будут обладать разработанные виртуальные модели-образцы, прошедшие апробацию и внедренные в практику работы общеобразовательной школы; методические рекомендации для учителей по применению в учебном процессе технологии дополненной виртуальности и разработанной системы учебно-познавательных задач (на примере обучения информатике); описание целей, задач и этапов обучения информатике в основной школе с применением технологии дополненной виртуальности; разработка учебных заданий для опытного обучения школьников, основанного на использовании технологии дополненной виртуальности.

Понятие иммерсивности первоначально не было связано с образованием. Оно возникло из явлений, происходящих в театральном искусстве. Этот термин впервые применили сотрудники британской компании Punchdrunk. За рубежом иммерсивные технологии приобрели широкую популярность намного раньше, чем в России. Виртуальная, дополненная и смешанная реальность стали привычными образовательными технологиями во многих странах мира, в большей мере в Западной Европе, Америке и Китае. Проведен обзор зарубежных источников (США, Англия, Франция, Германия, Нидерланды, Греция и др.) в области трансформации образования в условиях развития цифровых технологий и их применения в образовании (во всех видах образовательной деятельности). Проекты, связанные с виртуальным моделированием, активно и прочно вошли в учебный процесс зарубежной школы, как средней, так и высшей. Исследователи отмечают, что дополненная реальность – это мощное средство трансформации образования благодаря ее способности накладывать мультимедийные объекты на реальный мир.

Формирование цифровой грамотности школьников в условиях трансформации содержания системы общего образования

Цель исследования состоит в развитии фундаментального содержания школьного курса информатики, направленного на формирование межпредметного понятия «цифровая грамотность» в условиях цифровизации образовательной среды

школы. Именно цифровая грамотность школьников обеспечит готовность личности к овладению цифровыми технологиями, успешному и безопасному осуществлению жизнедеятельности в цифровом мире.

Гипотезой исследования является предположение, что в условиях трансформации содержания системы общего образования школьный курс информатики станет основой для успешного формирования цифровой грамотности школьников, если будет/будут:

- сформирована концептуальная модель понятия «цифровая грамотность», которая уточняет сущность и отражает структуру цифровой грамотности, характеризует компетенции и показатели (индикаторы) ее уровневой оценки школьников с учетом ее межпредметного характера;
- выявлен образовательный потенциал школьного курса информатики в формировании цифровой грамотности обучающихся, определены направления развития содержания школьного курса информатики в эпоху цифровых трансформаций;
- разработаны учебные материалы «Цифра и мы», направленные на формирование мировоззрения обучающихся в области цифровизации всех сфер деятельности, которые последовательно и систематично демонстрируют вызванные цифровыми инновациями изменения;
- дополнено содержание школьного курса информатики разделом «Основы цифровой грамотности и кибербезопасности», который устанавливает логическую связь между компонентами цифровой грамотности и содержательными линиями школьного курса информатики, способствует мотивированному последова-

тельному продвижению обучающегося к овладению цифровой грамотностью,

- актуализировано формирование цифровой компетентности учителя информатики, дающей возможность выступать учителю в роли цифрового наставника обучающихся, успешно выполнять педагогическую деятельность в цифровой образовательной среде и содействовать формированию цифровой грамотности обучающихся.

Сформирована концептуальная модель понятия «цифровая грамотность» [3], позволяющая на системном уровне охарактеризовать данное понятие. В представленной модели описаны критерии и показатели (индикаторы) цифровой грамотности, которые позволяют определять разные уровни владения цифровой грамотностью (базовый, средний, продвинутый).

Дано определение понятия «цифровая грамотность».

В составе цифровой грамотности выделены семь областей: основы аппаратного и программного обеспечения, информационная грамотность, коммуникация и сотрудничество, создание цифрового контента, безопасность, решение проблем, карьерные компетенции. Для каждой области цифровой грамотности описаны индикаторы уровневой оценки цифровой грамотности (базовый, средний, продвинутый); зафиксированы конкретные характеристики ее деятельностной компоненты на основе праксиологических принципов оценивания деятельности. Данная концептуальная модель предназначена для мониторинга, оценки развития цифровой грамотности с учетом различных уровней ее сформированности.

Выявлен образовательный потенциал школьного курса информатики в формировании цифровой грамотности обучающихся. Доказана фундаментальная роль информатики в формировании цифровой грамот-

ности. Проведенный анализ школьных учебников информатики на наличие всех областей цифровой грамотности определил дидактический потенциал материалов каждого учебника по формированию цифровой грамотности. Сделан вывод, что существующие школьные учебники по информатике содержат базовые материалы, которые позволяют проводить с обучающимися пропедевтическую работу с целью формирования у них нового вида грамотности – цифровой грамотности. Однако системно представленные материалы, направленные на развитие цифровой грамотности обучающихся, в явном виде отсутствуют.

Разработаны теоретические аспекты модернизации содержания школьной информатики на основе современного состояния предметной области «Информатика» в условиях трансформации образования. Даны рекомендации по развитию школьного курса информатики в аспекте дополнения его новым разделом «Основы цифровой грамотности и кибербезопасности». Промоделированы этапы формирования цифровой грамотности при изучении школьной информатики.

Подготовлена монография «Теоретические основы построения концептуальной модели понятия „цифровая грамотность“».

Разработаны учебные пособия для школьников «Цифра и мы», «Основы цифровой грамотности и кибербезопасности», которые направлены на формирование мировоззрения учащихся в области цифровизации всех сфер деятельности.

Проект демонстрирует потенциал цифровых технологий в обучении и саморазвитии школьников, необходимость формирования готовности обучающихся использовать цифровые инструменты в решении практических задач. Также в проекте:

- раскрывается сущность цифровой грамотности как жизненно важного навыка, современного образовательного результата общего образования;
- создается научная основа для успешного формирования цифровой грамотности школьников при изучении школьного курса информатики;
- актуализируется содержание школьного курса информатики в аспекте соответствия получаемых образовательных результатов запросам цифрового общества;
- моделируются этапы формирования и уровневой оценки цифровой грамотности;
- формируется основа для воспитания школьников в цифровой образовательной среде, для становления личностных ценностей в цифровом мире;
- актуализируются требования к уровням владения учителем цифровыми компетенция-

ми, готовность стать цифровым наставником школьников.

Вопросы цифровой грамотности получают научное осмысление в трудах отечественных (Н.Д. Берман, И.В. Гужова, О.В. Ельцова, А.В. Шариков и др.) и зарубежных ученых (M. Akter, D. Belshaw, E. Naque, L. Rangrazio и др.).

Обосновывается роль цифровых технологий в трансформации общего образования и формировании цифровой грамотности школьников при изучении информатики (Ю.Е. Храмов, П.Д. Рабинович, М.Э. Кушнир, T. Palts, M.A. Pedaste и др.). Содержание школьного курса информатики является предметом изучения ученых-специалистов (Л.Л. Босова, С.А. Бешенков, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, Е.А. Еремин, О.Ю. Заславская, А.А. Кузнецов, И.В. Левченко, Э.В. Миндзаева, Д.И. Павлов, К.Ю. Поляков, Е.К. Хеннер и др.). Предлагаются концепции новых учебников информатики, в том числе мегаучебников о цифровом мире (А.Л. Семёнов), разрабатываются модели использования цифровых технологий в различных учебных предметах в школе (С.А. Поликарпов, А.Л. Семёнов, М.Ю. Новиков, Б.Е. Стариченко М.А. Федотенко, А.Ю. Федосов).

Развитие регулятивных и коммуникативных учебных действий учащихся в условиях цифровизации общего и дополнительного образования

Актуальность исследования обусловлена процессами цифровой трансформации образования и необходимостью фундаментального исследования процессов влияния цифровой образовательной среды (ЦОС) на формирование метапредметных результатов образования и универсальных учебных действий (УУД), а также обстоятельствами, возникшими в ходе вынужденного перехода системы образования в режим дистанционного обучения в период распространения COVID-19.

Цель проекта – исследование проблемы развития регулятивных и коммуникативных УУД в условиях цифровизации общего и дополнительного образования, научное обоснование и разработка методических подходов по созданию оптимальных условий для дальнейшего развития данных учебных действий в условиях современной ЦОС и дистанционного обучения.

Исследование нацелено на:

- изучение текущего состояния и перспектив цифровой трансформации дополнительного образования детей с учетом ключевых особенностей развития современной цифровой индустрии и реализации Национальной тех-

нологической инициативы и Национального проекта «Образование»;

- выделение сквозных технологий цифровой индустрии и определение соответствия направлений образовательных программ в современных моделях дополнительного образования данным технологиям;
- обобщение опыта образовательной деятельности в современных центрах дополнительного образования.

Практической значимостью будут обладать разработанная и апробированная система мониторинга по определению полноты и эффективности ЦОС и сформированности у учащихся регулятивных и коммуникативных УУД, а также методические подходы по преодолению учащимися образовательных дефицитов их сформированности.

В процессе исследования выделены уровни развития ЦОС и изучена готовность школ к цифровой трансформации. Выявлены следующие риски цифровой трансформации школы: отсутствие целостной системы перестройки образовательного процесса с использованием цифровых технологий; недостаточность и неравномерность развития инфраструктуры; недостаточность цифровых компетенций у педагогических и административных кадров; недостаточная разработанность методических материалов по использованию мобильных, интерактивных и сетевых технологий.

Выявлены перспективные направления развития системы дополнительного образования детей с учетом ключевых подходов к реализации Национальной технологической инициативы. Выделены особенности и описана специфика развития цифровой образовательной среды в современных центрах дополнительного образования («Кванториум», «IT куб», «Точка роста», «Дом научной коллаборации»).

В процессе проведения исследо-

вания соотнесены категории «универсальные учебные действия» и «soft skills» и выделены значимые регулятивные и коммуникативные универсальные действия учащихся, формируемые в условиях цифровизации общего и дополнительного образования; выделены структурные компоненты регулятивных универсальных учебных действий обучающихся в условиях дистанционного обучения (самоорганизация, целеполагание, планирование, прогнозирование, самоконтроль, самооценка и рефлексия), разработан и описан диагностический материал по изучению уровня сформированности регулятивных и коммуникативных УУД. Разработана система мониторинга по определению уровня сформированности у учащихся регулятивных и коммуникативных учебных действий в условиях дистанционного обучения и проведен такой мониторинг.

Установлено, что в условиях дистанционного обучения при сформированности высокого уровня самоорганизации у учащихся средней школы наблюдается высокий уровень регуляции своей деятельности в процессе целеполагания, планирования, прогнозирования, самоконтроля, самооценки и рефлексии. Также установлена корреляционная зависимость между системностью и самостоятельностью выполнения учебных действий обучающихся в период дистанционного обучения. Самоорганизация, саморегулирование и самостоятельность в выполнении учебных действий имеют решающее значение в период дистанционного обучения: обучающиеся испытывают трудности с саморегуляцией, и педагогу необходимо создавать оптимальные условия для формирования необходимых компонентов саморегуляции на всех этапах дистанционного обучения.

Практической значимостью обладает разработанная и апробированная система мониторинга

по определению полноты и эффективности ЦОС и сформированности у учащихся регулятивных и коммуникативных УУД, а также методические подходы по преодолению учащимися образовательных дефицитов сформированности регулятивных и коммуникативных УУД в ЦОС.

Практическая значимость исследования заключается в возможности определения проблемных областей регулятивной и коммуникативной деятельности обучающихся, выделения конкретных действий, затрудняющих процесс дистанционного обучения.

Материалы исследования могут быть востребованы руководителями, методистами, педагогами системы среднего образования при разработке методических рекомендаций для совершенствования процесса обучения в дистанционном режиме.

В настоящее время отечественными исследователями изучаются вопросы технической, методической, организационной готовности системы образования к условиям обучения в дистанционном режиме. С.А. Чернышов дал оценку потенциала дистанционного обучения в текущем образовательном процессе; В.Л. Назаров, Д.В. Жердев, Н.В. Авербух провели комплексный анализ восприятия педагогами, обучающимися и родителями экстренного перехода на дистанционное обучение. Основопологающие идеи развития регулятивных УУД рассмотрены в работах А.Г. Асмолова, А.М. Кондакова, В.В. Козлова. Проблема формирования и развития РУУД в очном режиме обучения в отечественной науке рассматривается достаточно активно (Е.А. Кокконова, Е.А. Баракова, А.А. Маркина, Е.Ю. Драчева, О.В. Кузнецова, О.Д. Петрова, В.Я. Бармина, А.В. Карпов, И.М. Осмоловская, Т.М. Шахова, П.М. Горев, В.В. Утёмов).

В зарубежных исследованиях активно выделяется проблема дистанционного обучения в условиях пандемии COVID-19 (Я. Мейлер, Р. Хуан, М. Чжан, Ю. Шэнь, Ю. Тянь, Х. Цзэн), уделяется значительное внимание развитию саморегуляции обучающихся в условиях дистанционного обучения и выделяются ее компоненты:

- постановка целей; планирование; самопроверка/самоконтроль процессов; регуляция усилий/саморегулирование отношений к обучению (С.Е. Морган, Л. Бол, Дж.К. Гарнер, С. Кокдар, А. Карадениз, А. Бозкурт, К. Буюк, Л. Чмилиар);
- самоорганизация деятельности в режиме дистанционного обучения – управление временем и средой (С.Е. Морган);
- управление физической средой (С. Кокдар, А. Карадениз, А. Бозкурт, К. Буюк);

— управление временем и организацией (Л. Чмилиар).

Психологические основы цифровизации учебного сотрудничества младших подростков в процессе решения учебной задачи

Согласно положениям отечественной психологической науки (культурно-историческая психология и деятельностный подход) основным источником психического развития ребенка является его содержательное взаимодействие с другими детьми и со взрослыми. Доказано, в частности, что продуктивной формой, в которой школа может способствовать развитию младших подростков, является организация их совместной экспериментально-исследовательской деятельности в начальный период изучения основ наук.

Гипотеза проекта состоит в следующем: модель образовательной среды, основанная на применении цифровых средств в качестве инструмента поддержки содержательного сотрудничества, является эффективной для развития у младших подростков предметных и метапредметных результатов в процессе совместной экспериментально-исследовательской деятельности. Исследование расширяет представление о способах организации продуктивных взаимодействий школьников и оценки их влияния на развитие детей 10–13 лет в условиях применения цифровых средств. В нем описаны принципиально различные типы учебных взаимодействий, определены их функции в образовательном процессе, раскрыты требования к организации учебного сотрудничества младших подростков, основанные на применении цифровых средств.

В работе обоснованы модельные образцы цифровой среды, обеспечивающие поддержку эффективного сотрудничества школьников в условиях совместной экспериментально-исследовательской деятельности, а также возможность выполнения диагностических процедур оценки качества продуктивной коммуникации участников при совместном решении учебных задач.

Созданные нами прототипы («Мозаика» и «Составь предложение») и разработанные на их основе макетные версии диагностических и учебных цифровых модулей («Лабиринт» и «Равновесие»), поддерживающих содержательное взаимодействие учащихся в решении учебных задач, позволили в экспериментальных условиях изучить различные приемы организации учебных ситуаций. В результате подтверждена эффективность применения цифровых сред, поддерживающих взаимодействия и сотрудничество, в достижении школьниками необходимых академических результатов.

Диагностический цифровой модуль «Лабиринт» позволяет оценить эффективность продуктивной коммуникации участников в определенной стратегии поиска решения логической задачи. Модуль обеспечивает построение участниками траектории прохождения лабиринта таким образом, что ни один из участников не имеет возможности совершить свой ход индивидуально. Для успешного прохождения лабиринта каждый участник должен координировать свои действия с действиями напарника. Полученные в исследовании данные показали наличие зависимости между характером коммуникации партнеров в процессе совместного решения и успешностью прохождения лабиринта.

Применение цифрового учебного модуля «Равновесие» ориентировано на поддержку содержательного учебного взаимодействия детей в условиях освоения ими общих способов решения целого класса задач на равновесие. Компьютерная среда определяет условия для организации совместного учебно-исследовательского действия, направленного на уравнивание различных грузов. Цифровая среда мотивирует и структурирует совместную поисковую деятельность учащихся в освоении и опробовании общего способа оценки и прогноза состояния моделируемого объекта («равновесие грузов»). Осваиваемая при работе с модулем метапредметная компетенция (логическая мультипликация признаков понятия) востребована при освоении ряда понятий математики, физики и других школьных дисциплин.

Значимые положительные сдвиги показателей метапредметных образовательных результатов у учащихся, прошедших экспериментальное обучение, по ряду индикаторов были подтверждены сопоставлением с данными диагностики сформированности таких важных мыслительных действий, как анализ, рефлексия и планирование.

Проведенные исследования также подтвердили уникальные возможности применения цифрового продукта как в реализации логико-содержательного анализа в процессе решения задач, так и в организации содержательной коммуникации в экспериментально-исследовательской деятельности младших подростков.

Цифровая среда «Равновесие» демонстрирует возможности компьютерной поддержки организации учебного действия и содержательных взаимодействий детей и взрослых на уроке. Ее применение создает условия для продуктивной совместной работы учащихся с динамическими моделями: воспроизводится смысловая рамка содержательной дискуссии, опробуются разные способы координации действий, демонстрируется их возможности и ограничения. Работа в среде «Равновесие» обеспечивает условия для освоения учащимися предметных знаний и когнитивных метапредметных образовательных результатов, а также навыков учебного взаимодействия, в том числе, при проведении уроков в дистанционном формате.

Цифровая диагностическая методика «Лабиринт», моделирующая групповое решение учебной задачи в условиях разделения действий участников, позволяет оценить социальные и когнитивные метапредметные результаты, достигнутые

в условиях обучения, такие, как содержательная коммуникация, умение конструктивно взаимодействовать в совместной деятельности; готовность разрешать конфликты, а также умение создавать знаково-символические модели и схемы для решения учебных задач.

В условиях применения цифровой учебной среды пробам и ошибкам в решении конкретно-практических задач противопоставляется целенаправленная совместно-организованная экспериментально-исследовательская деятельность, специфическая для доказавшей свою эффективность технологии учебной деятельности (Д.Б. Эльконин – В.В. Давыдов). В этом направлении перспективными представляются подходы к построению модельных цифровых сред, в которых между участниками распределяются важнейшие понятийно-значимые элементы содержания. Принципиальной здесь становится поддержка таких способов взаимодействия участников совместного действия, которые не позволяют получить нужный результат индивидуально или заимствовать его в готовом виде (Коростелёв, 1980; Рубцов, Мартин, 1988; Коммуникативно-ориентированные образовательные среды: психология проектирования, 1996; Care, Scoular, Griffin, 2016; Graesser *et al.*, 2018; Конокотин, 2021; Крицкий А.Г., 1989).

Разрабатываемый подход существенно отличается от подхода, ориентированного на совместное решение задач (CSCL) на основе разнообразных моделей учебной коллаборации (Андреева, 1980; Матюшкин, 1982; Roschelle, Teasley, 1995; Shute, Ventura, 2013; Hesse *et al.*, 2015; Care, Scoular, Griffin, 2016; Alterman, Harsch, 2017; Stewart, D'Mello, 2018), где организация совместного действия детей традиционно не предусматривает анализ связи с понятийным содержанием решаемой задачи и исследуется вне такой зависимости.

Литература

1. **Ж. Хи, В. Zhong**
Comput. Hum. Behav., 2018, **81**, 340.
DOI: 10.1016/j.chb.2017.12.037.
2. **А.В. Гриншкун**
В *Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: Мат. V Межд. науч. конф. (РФ, Красноярск, 21–24 сентября 2021), Ч. 1*, под ред. М.В. Носкова, РФ, Красноярск, СФУ, 2021, с. 120–124. (<https://conf.sfu-kras.ru/DTE-2021/proceedings>).
3. **Т.А. Бороненко, А.В. Кайсина, И.Н. Пальчикова, Е.В. Федоркевич, В.С. Федотова**
Теоретические основы построения концептуальной модели понятия «цифровая грамотность»: Монография, РФ, Санкт-Петербург, ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2021, 230 с. (<https://rffi.1sept.ru/file/2021/11/14f27d31-149d-4a0d-bb90-83cbfd342a5d.pdf>).

English

Creators of the New in Education*

Tatyana A. Boronenko

Professor,
Pushkin Leningrad State University
10 Petersburgskoye Drive, Pushkin,
St. Petersburg, 196605, Russia
kafivm@lengu.ru

Semyon A. Kurkin

Center for Technologies of Robotics and
Mechatronics Components
of Innopolis University
1 University Sqr., Innopolis,
420500, Tatarstan Republ., Russia
kurkinsa@gmail.com

Mikhail L. Levitsky

Professor, RAE Academician,
Russian Academy of Education
8 Pogodinskaya Str.,
Moscow, 119121, Russia
oped-rao2017@mail.ru

Vladimir V. Mironov

Pitirim Sorokin Syktyvkar
State University
55 Oktyabrsky Ave.,
Syktyvkar, 167001, Komi Republ., Russia
mironov_v@list.ru

Vitaly V. Rubtsov

Professor, RAE Academician,
President of Moscow State University of
Psychology and Education
29 Sretenka Str., Moscow, 127051, Russia
rubtsov@mgppu.ru

Abstract

It is impossible to predict the future of education. It can be jointly created based on the emerging humanitarian, communication technologies and other achievements of modern civilization. 440 years after the great Jan Comenius, we are taking the next step by creating a new science of learning: digital mathetics and digital didactics.

The authors of textbook with the connections to digital means aimed at mastering human activity and university professors start from the experience of their childhood are based on the achievements of mankind, realize and form the possibilities and needs of the future in the present.

Science gets the opportunity to study the accelerating evolution of education and analyze big data displayed in a variety of digital platforms.

The global educational community is becoming a source of experience for critical decisions and direct pedagogical interaction. Geographical and language barriers are easing.

Leaders of society, state and business get the opportunity to realize their vision in a specific project and digital technologies open access to participate in the project to everyone who supports the humanistic idea in our transforming world.

Keywords: digital didactics, human achievements, evolution of education, big data, pedagogical interaction.

*The work was financially supported by RFBR (projects 19-29-14101, 19-29-14153, 19-29-14169, 19-29-14171 and 19-29-14185).

Images & Tables

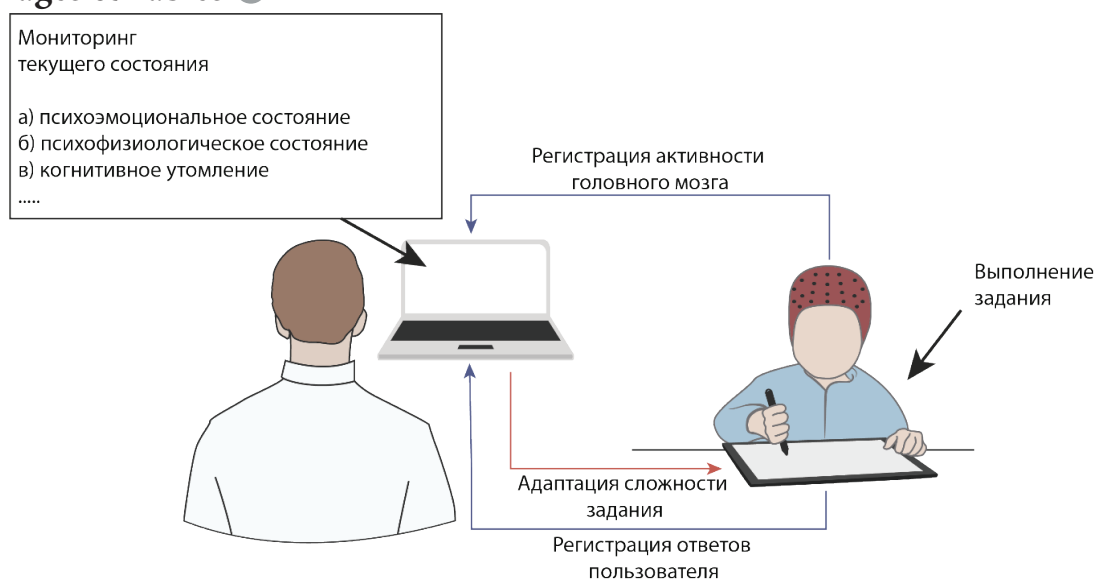


Fig. 1. Qualitative illustration of the concept of the proposed system for the learning trajectory personalization based on the measurement of cognitive and personality characteristics of the learner using the brain-computer interface and artificial intelligence methods.

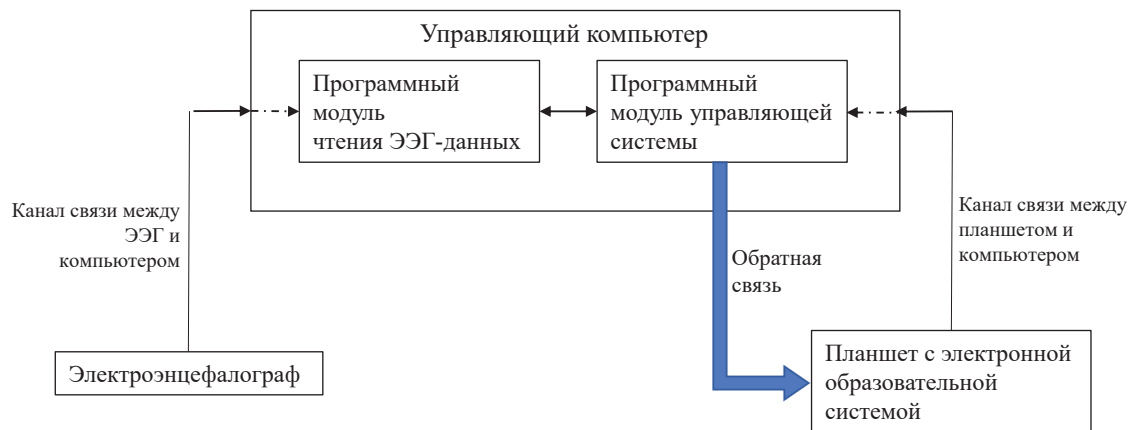


Fig. 2. Functional diagram of the proposed system.

References

1. J. Xu, B. Zhong
Comput. Hum. Behav., 2018, **81**, 340.
DOI: 10.1016/j.chb.2017.12.037.
2. A. V. Grinshkun
In *Informatizatsia obrazovaniya i metodika elektronnoy obucheniya: tsifrovye tekhnologii v obrazovanii: Mat. V Mezhd. nauch. konf. (RF, Krasnoyarsk, September 21–24, 2021) [Proc. V Int. Conf.: Informatization of Education and e-Learning Methodology: Digital Technologies in Education]*, Vol. 1, Ed. M.V. Noskov, RF, Krasnoyarsk, SFU Publ., 2021, pp. 120–124 (in Russian). (<https://conf.sfu-kras.ru/DTE-2021/proceedings>).
3. T.A. Boronenko, A.V. Kaysina, I.N. Palchikova, E.V. Fedorkevich, V.S. Fedotova
Teoreticheskie osnovy postroyeniya konceptualnoy modeli ponyatiya «tsifrovaya gramotnost»: Monografiya [Theoretical Foundations for Building a Conceptual Model of the Concept of «Digital Literacy»: Monography], RF, Saint Petersburg, Pushkin LSU Publ., 2021, 230 pp. (<https://rffi.1sept.ru/file/2021/11/14f27d31-149d-4a0d-bb90-83cbfd342a5d.pdf>).