

Каким становится образование?*

Е.В. Волкова, И.В. Дворецкая, М.К. Кабардов, М.М. Лобаскова, П.А. Оржековский, Г.У. Солдатова, А.А. Твардовская

Образование должно опираться на задатки, способности и стремления каждого ребенка: узнавать и создавать новое, общаться, сотрудничать, учиться и учить. Актуализация и развитие этого человеческого потенциала с учетом личностных и когнитивных черт каждого ребенка – всё большая необходимость. В мире ускоряющихся непредсказуемых и необратимых изменений формируются пути становления опережающего, преадаптивного образования.

Мы не можем оставаться в стороне и ждать.

Мы должны не догонять, а опережать события.

Ключевые слова: опережающее образование, преадаптивность, мотивация, развитие, способность учиться и учить.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№19-29-14019, 19-29-14111, 19-29-14136, 19-29-14138, 19-29-14167, 19-29-14177 и 19-29-14181).

Механизмы обучения и психического развития как основа обеспечения цифровизации общего образования

Современное общество вступило в новую эру, обусловленную бурным развитием цифровых технологий, имеющих беспрецедентное воздействие на людей и каждый сектор современного общества. Образование находится в центре этих глубинных изменений, которые приносят как экстраординарные возможности учения и обучения, так

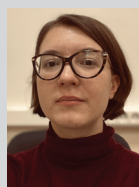
и большие риски. Меняется управление, внутренняя архитектура образования, способы учения и обучения.

Фундаментальная проблема цифровизации образования состоит в парадоксальной противоположности эволюционных процессов, ведущих к усилению интеллектуальных возможностей человека, и социальных процессов, связанных с бездумным внедрением технологий искусственного интеллекта, ведущих к «цифровому слабоумию».

Чтобы предсказать будущую природу общего образования в мире, где искусственный интеллект становится его важной частью, необходимо изучение и описание фундаментальных механизмов обучения и психического развития современных подростков в разных образовательных средах.



ВОЛКОВА
Елена Вениаминовна
Институт психологии РАН



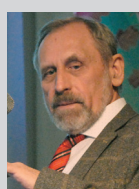
ДВОРЕЦКАЯ
Ирина Владимировна
НИУ «Высшая школа экономики»



КАБАРДОВ
Мухамед Каншобиевич
профессор,
Психологический институт РАО



ЛОБАСКОВА
Марина Михайловна
Психологический институт РАО



ОРЖЕКОВСКИЙ
Павел Александрович
член-корреспондент РАО,
профессор,
Московский педагогический
государственный университет



СОЛДАТОВА
Галина Уртанбековна
академик РАО,
профессор,
МГУ им. М.В. Ломоносова



ТВАРДОВСКАЯ
Алла Александровна
Казанский
(Приволжский)
федеральный университет

Научная новизна нашего проекта состоит в анализе механизмов обучения и психического развития подростков с точки зрения триединой природы способностей человека – биологической (в терминах молекулярно-генетических и психофизиологических показателей), психологической (в терминах показателей когнитивно-личностных особенностей подростков) и социальной (в терминах показателей образовательной среды, учебной программы и когнитивно-личностных особенностей учителей).

Научная значимость исследования состоит в оценке локальных системных эффектов влияния социальных и биологических факторов на когнитивно-личностное развитие и успешность обучения подростка.

Полученные в результате исследования данные могут стать основой для разработки и оптимального внедрения технологий искусственного интеллекта в систему общего образования для создания адаптивных вариативных технологий, обеспечивающих персонализацию образовательного пространства.

В исследовании показано, что развитое понятийное мышление и «химическая» направленность ума учащихся сопряжены с выбором учителями интерактивных методов обучения химии, методов проектов и моделирования химических объектов.

Обнаружено, что темпы обогащения сенсорного и собственно химического опыта как основы формирования и развития химических способностей у юношей и девушек различаются.

Нами были выделены три класса когнитивно-личностных особенностей и проведена оценка локальных системных эффектов влияния образовательной среды на психическое развитие и обучение подростков с этими когнитивно-личностными особенностями:

1. Подростки с доминирующей моторной активностью характеризуются высокой потребностью в физической активности и низкой чувствительностью к неудачам. Для них предпочтительны групповые формы обучения с конкретными и ясными инструкциями, в которых учебный материал представлен наглядно и реализована возможность манипуляции с различными предметами, моделями. Пространственное мышление и оперативная логическая память наряду с высокой моторной активностью и низкой эмоциональностью выступают в качестве важных ресурсов успешной учебной деятельности.
2. Подростки с доминирующей интеллектуальной активностью отличаются высокой потребностью в интеллектуальной деятельности, низкой потребностью в общении и чувствительностью к неудачам в психомоторной

и коммуникативной деятельности. Они предпочитают индивидуальную работу и наиболее успешны в ситуациях, когда педагог применяет в качестве основного метода обучения метод кейсов или метод решения задач. В групповых формах обучения часто снижают продуктивность учебной деятельности из-за необходимости перераспределять свои ресурсы между решением учебной задачи и общением. Они предпочитают нестандартные способы решения задач, легко устанавливают разного рода связи и отношения между разными объектами деятельности.

3. Подростки с доминирующей коммуникативной активностью обладают ярко выраженной потребностью в общении и широким набором коммуникативных программ. Они отличаются высокой общей эмоциональностью и чувствительностью к неудачам в интеллектуальной сфере. Для них предпочтительны групповые формы обучения, которые, с одной стороны, требуют высокий уровень коммуникативных способностей, с другой, – выступают в качестве важнейшего ресурса успешной учебной деятельности, который ускоряет протекание познавательных процессов и повышает точность результатов. Они открыты новому опыту, чувствительны к нюансам в деятельности, нуждаются в поддержке и одобрении группы.

Также исследование показало, что целенаправленное формирование разноуровневых концептуальных структур химии как основы понятийного мышления и химических способностей ведет к снижению энергетических затрат в терминах показателей мозговой активности при решении химических задач, что позволяет минимизировать школьные перегрузки и повысить эффективность обучения.

Проект – школе: шесть правил успешной цифровизации образования:

1. Цифровая среда предоставляет образовательный контент в соответствии с законами психического развития.
2. Презентация и трансформация новой информации реализуется в зоне ближайшего развития.
3. База заданий каждого уровня должна быть избыточной. В каждом последующем предъявлении встречаются новые задания.
4. Прерывание цикла предъявления заданий и переход на следующий уровень реализуется при условии достижения высокой точности, скорости и устойчивости выполнения заданий.
5. Образовательный контент предъявляется таким образом, чтобы пользователю нужно было сравнивать, анализировать, синтезировать, выявлять причинно-следственные связи и использовать приобретенные способности в новой ситуации.
6. Цифровая среда обеспечивает интеллектуальные, коммуникативные и психомоторные вариации образовательных траекторий.

Как показывает опыт отечественных и зарубежных разработок, повсеместное внедрение цифровых технологий в образовательный процесс не привело к прорывам в повышении качества образования. Более того, в ряде случаев выявлена отрицательная динамика. Основная причина неэффективности цифровых технологий в преподавании и изучении химии сводится к сведению технологий искусственного интеллекта лишь к набору процедур предъявления контента, контроля и оценки, что не обязательно содействует повышению умственных способностей пользователя. Анализ публикаций

не выявил ни одного исследования, посвященного решению вышеуказанной проблемы. В этом отношении наше исследование уникально.

Разработка многоаспектной модели цифровой трансформации в общем образовании

Целью представляемого проекта является разработка многоаспектной (системной), модели цифровой трансформации общего образования (МЦТО), которая позволяет описывать и изучать динамику цифровой трансформации общеобразовательных организаций с учетом различных сценариев развития системы общего образования и может послужить основой для разработки механизмов мониторинга развития ЦТО и оценки результативности проектов в области информатизации школы.

Предлагаемое междисциплинарное исследование направлено на разработку теоретической модели, позволяющей описывать, изучать и объяснять процессы, которые связаны с проникновением цифровых технологий на разные уровни системы образования.

Построение многоаспектной модели ЦТО и ее верификация на основе эмпирических данных (в том числе с использованием больших данных) позволит ставить и решать задачи изучения и реализации отдельных сценариев развития системы (формальной и неформальной) общего образования, трансформационных процессов в массовой школе; отдельные прикладные задачи, включая мониторинг ЦТО; оценивать эффекты крупномасштабных проектов и программ.

Результаты выполнения данного проекта позволяют вывести понимание и методы оценивания процессов изменения школы в условиях цифровой трансформации на качественно новый уровень.

Отправной точкой для реализации настоящего исследования стала аннотированная библиография, охватывающая несколько десятилетий опыта моделирования процессов внедрения цифровых технологий в школьном образовании. В ходе работы над аннотированной библиографией удалось не только разработать классификацию атрибутов описаний модельных представлений, но и детально описать особенности каждой разработки, что стало заделом для последующего этапа системного моделирования [1].

Изначальная гипотеза исследования состояла в том, что на основе опыта моделирования процессов внедрения цифровых технологий в школе можно построить концептуальную многоаспектную (системную) модель цифровой трансформации общего образования (МЦТО), провалидировать ее и проверить отдельные положения модели на материале решения практических задач школы. В ходе разработки

концепции и структуры модели процессов ЦТО стала очевидной необходимостью рассмотрения и учета следующих важных теоретических концептов:

1. Цифровое обновление, под которым понимается продолжающийся несколько десятилетий процесс изменений, который разворачивается в школе вместе и вслед за внедрением цифровых технологий во все сферы жизни общества. Этот процесс проходит через различные этапы, однако здесь нет единого пути, по которому движутся все школы.
2. Смарт-образование и смарт-школа – цели цифрового обновления. Под смарт-школой понимается школа с персонализировано-результативной организацией образовательной работы, гарантирующей требуемое качество подготовки каждого обучающегося. Под смарт-образованием понимается процесс общего образования (в широком смысле), который осуществляется умными школами под руководством и с поддержкой умной системы образования в умной образовательной среде.

Кроме того, существенным является рассмотрение и учет сценариев развития образования, в которых происходит цифровое обновление на местах.

В настоящее время завершается разработка концепции и обоснование структурно-функциональной модели процессов цифрового обновления [2]. Отдельные положения модели были проверены на эмпирике: так, была предложена методика построения и оценки [3] показателей МЦТО, которая была использована для показателя «Использование ЦТ-поддержанных способов учебной работы» и экспериментально проверена на вторичных опросных данных. Это позволило констатировать недостаточность систематических усилий по обновлению учебной работы в большинстве школ [4]. Кроме того, была обоснована принципиальная возможность использования отдельных показателей для принятия решений на основе больших данных.

Для практики школы открываются следующие возможности использования результатов исследования:

1. Потребность школ в таргетированных рекомендациях и мерах поддержки процессов цифрового обновления может быть удовлетворена через выстраивание системы индивидуализированных рекомендаций и механизмов, опирающихся на показатели МЦТО и использующих комбинированные источники данных.
2. Планирование и управление трансформационными изменениями на уровне школы опирается на проведение самодиагностики, которая позволяет оценить свое состояние, выявить

в окружении школы решающие схожие задачи. Появление и уточнение показателей трансформационных изменений в рамках МЦТО позволит совершенствовать диагностические инструменты и методики их практического использования.

За прошедшие с момента подготовки заявки на исследование два года наметились некоторые тенденции в изучении процессов внедрения цифровых технологий в школьном образовании. Одна из таких тенденций продолжает и усиливает поисковые исследования новых феноменов, имеющие в своей основе эмпирические данные школ и участников образовательного процесса, которые собраны при помощи инструментов самодиагностики.

Вторая тенденция относится к осмыслению центральной роли цифровых технологий в процессе обновления школы: так, темой Глобального мониторинга образования, проводимого под эгидой ЮНЕСКО, в 2023 г. заявлены технологии в образовании. Одновременно с этим консорциум «Rethinking and Redesigning National Smart Education Strategy», созданный по инициативе Пекинского педагогического университета, разрабатывает систему индикаторов для оценки перехода к смарт-образованию на глобальном уровне.

Таким образом, настоящая разработка многоаспектной (системной), модели цифровой трансформации общего образования вписывается в общий контекст фронтальных исследований в области цифрового обновления школы.

Динамика нейрокогнитивного, эмоционального и личностного развития подростков в условиях системной цифровизации школьного образования

Актуальность проекта продиктована реализацией общенациональной политики, направленной

на успешную социализацию подрастающего поколения и развитие стратегического направления науки и образования. Проведение междисциплинарных исследований (психолого-педагогических, нейро- и психофизиологических) необходимо в целях подготовки и сохранения человеческих ресурсов и обеспечения высокого уровня образования и развития конкурентоспособной молодежи, кадрового и организационно-управленческого потенциала России.

Значимость и научная новизна проекта обеспечивается комплексным подходом к изучению нейрокognитивных, эмоционально-личностных характеристик учащихся подросткового возраста в условиях системной цифровизации школьного образования.

Основная гипотеза: цифровизация образовательной системы по сравнению с другими известными технологиями требует колоссальных затрат, пересмотра человеческих ресурсов и разработки новой парадигмы, позволяющей смягчить или даже избежать всеобщую дифференциацию (возможно, и дискриминацию) и учитывать половозрастную, индивидуально-типологический, социоэкономический факторы.

Результаты исследования выявляют индивидуальные характеристики степени легкости или трудности, сопряженные с процессом освоения образовательной программы, адаптации к цифровой образовательной среде школьников подросткового возраста, положительные и отрицательные стороны цифровизации учебного процесса.

Результаты лонгитюдного междисциплинарного системного анализа позволяют разграничить два взаимосвязанных понятия:

- цифровая экономика, охватывающая все деловые, культурные, экономические и социальные операции, совершаемые в интернете и с помощью цифровых коммуникационных технологий;

- человеческий фактор – человеческий капитал, которым обладает активно действующий субъект с его конфигурацией способностей и возможностей.

Цифровая образовательная среда (ЦОС) стала реальностью. Системная цифровизация школьного обучения требует формирования новых компетенций у участников образовательного процесса, адаптации к ней и определяет изменения в нейрокognитивном, эмоциональном и личностном развитии.

В ходе исследования было выявлено отношение к трансформации школьного образования, динамика представления подростков о школе будущего в разных исторических эпохах. Так, представления подростков XXI века больше зависят от их опыта взаимодействия с новыми технологиями, базового уровня образовательной среды, социальной и культурной ситуаций и условий жизни подростков, от наполненности информационного пространства сведениями о возможных вариантах и сценариях будущего.

Проведенный в 2021 г. опрос администрации школ и учителей [5] выявил интенсивность использования цифровых технологий в обучении (при различном техническом оснащении школ); долю педагогов, считающих цифровизацию обучения необходимой; сферы, развитию которых ЦОС не способствует (сюда относятся навыки общения онлайн, эмоциональные и личностные особенности ученика, кроме когнитивных). Отмечено положительное влияние ИТ на способность понимания и отрицательное – на зрение, слух, осанку, моторику, коммуникацию и речь. Это подтверждает основную гипотезу о разработке новой парадигмы взаимодействия в ЦОС. Исследование особенностей влияния новых условий получения образования на совладание с трудными ситуациями показало, что младшие подростки обращаются к гаджетам и Интернету в ситуациях, вызывающих у них напряжение или ставящих их в тупик.

Динамика готовности подростков справляться с трудными ситуациями по критериям «наличие или отсутствие реакции беспомощности», «поиск выхода из трудной ситуации или отказ от него» в 2020/21 гг. показывает, что подростки в 2020 г. обнаруживают большую готовность преодолевать трудные ситуации с учением, чем в 2021 г.

Цифровые технологии оказывают влияние не только на процессы эффективности усвоения учебной программы школьниками, но и на процессы становления их личности и психофизиологическое развитие.

Исследование уровня школьной тревожности, уровня личностной и реактивной тревожности

у школьников в 1996, 2008 и 2020 гг. обнаружило ряд достоверных различий по показателям тревожности у детей, обучавшихся в разные годы, и различия структуры взаимосвязи этих показателей.

Дано представление о новой – цифровой – среде существования человека наряду с предметной, социальной и социокультурной, и о необходимости выявления закономерностей развития детей в условиях цифровой среды, разработки развивающих и безопасных средств и способов помощи им в этой среде.

Анализ уровня развития когнитивных функций и личностных особенностей школьников двух типов образовательных учреждений – с традиционным типом обучения и с использованием цифрового обучения – выявил различия в уровне развития указанных психологических характеристик.

В связи с эпидемией коронавируса обстановка серьезно изменилась: детям и родительской обществу нужна помощь. Они в растерянности, необходим серьезный диалог между родителями, учителями и администрацией. Учителя, родители, ученики, администрация школ являются субъектами образовательной деятельности; они являются агентами и объектами изменений.

Результаты проекта обнаруживают реальные трудности в освоении цифровой образовательной среды, способствуют пониманию связанных с ним проблем, определяют адаптивные возможности и разграничивают то, что способствует, а что мешает формированию новых компетенций у участников образовательного процесса, адаптации к ЦОС и определяет изменения в нейрокогнитивном, эмоциональном и личностном развитии подростков в условиях системной цифровизации школьного образования.

Всесторонний взгляд на системную цифровизацию образования, позволяет выработать рекомендации и оказать реальную помощь учителям.

Социологи, психологи, культурологи свидетельствуют о появлении новой цифровой реальности, в которой внезапно оказался человек. Оценка ее влияния на личность, психику, систему отношений между людьми имеет противоречивый характер: от скорее негативного до в большей мере позитивного.

Критики считают, что цифровизация может привести к катастрофическим изменениям всего образа жизни людей и психики человека. Одним из последствий является деонтологизация пространства человеческой жизни на субъективном, социальном, образовательном, профессиональном, культурном уровнях. Реальность становится ускользающей для человека (особенно ребенка), виртуальный мир субъективно кажется ему более субстанциональным, чем предметный. Анализ литературы показал, что другими опасностями цифровизации являются

подмена культуры мышления, понимания, переживания технологической памятью, ориентированной на оперирование информацией и облегченное ее потребление, возрастание возможности манипулирования личностью.

Когнитивные и психофизиологические механизмы чувства числа

Математические или числовые способности являются важным предиктором академических достижений во многих академических сферах, таких как физика, биология, химия, а также важным предиктором выбора образовательных и профессиональных траекторий, связанных со STEM (Science, Technology, Engineering, Math). Один из основных конструктов, который рассматривается как возможный базовый предиктор математических (числовых) способностей – это несимволическое чувство числа (Approximate Number Sense) – способность приблизительной и быстрой оценки количества без использования символов (Dehaene, 2001). За последние двадцать лет существенно возросло количество исследований, связанных с изучением несимволического чувства числа. Одно из основных направлений исследований базируется на оценке связи несимволического чувства числа с символическими математическими навыками (Chen & Li, 2014; Schneider *et al.*, 2017). Результаты исследований в рамках этого направления достаточно противоречивы. В ряде исследований обнаружена связь между несимволическим чувством числа и математическими достижениями (Chen & Li, 2014; Schneider *et al.*, 2017). В достаточно большом количестве исследований зависимости между несимволическим чувством числа и математическими достижениями не обнаружено (Sasanguie *et al.*, 2014; Тихомирова Т.Н., Ковас Ю.В., 2012; Rodic *et al.*, 2015; Göbel *et*

al., 2014). Возможно, это противоречие связано с недостаточным пониманием механизмов, которые стоят за умением индивида определять количество объектов без их подсчета, а также с особенностями измерения этого конструкта в различных исследованиях.

В настоящее время разрабатывается теория о возможном существовании двух систем приблизительной оценки количества: с опорой на визуальные параметры и независимо от них, однако надежных эмпирических данных о функционировании этих двух систем и их связи с математическими достижениями не существует.

Основной гипотезой проекта является предположение о гетерогенности системы несимволической репрезентации количества, а именно, о наличии двух параллельных подсистем оценки количества без использования символов: прямой и через оценку визуальных параметров.

В целом, работа направлена на анализ когнитивных механизмов функционирования несимволического чувства числа как возможного предиктора математических достижений. Результаты исследования позволяют сформулировать практические рекомендации для разработки компьютерных тренажеров для развития разных аспектов несимволического чувства числа в рамках цифровизации общего образования.

Для решения задач проекта впервые в России мы проанализировали результаты исследований психофизиологических механизмов несимволической оценки количества. Это позволило нам обнаружить отсутствие единой точки зрения в понимании механизмов осуществления несимволической оценки и сделать вывод о том, что две системы могут иметь как разную временную динамику, так и включать в себя разные пространственные зоны. Таким образом, только сочетание временных и пространственных методов позволит оценить непосредственно пси-

хофизиологические механизмы несимволической оценки количества. На основе проведенного обзора литературы впервые в мировой практике нами была разработана экспериментальная парадигма с использованием электроэнцефалографии и fNIRS-томографии для оценки различий временных и пространственных характеристик мозговой активности в процессе обработки количественной информации без использования символов в разных условиях взаимодействия количественных и визуальных параметров. Для осуществления этой оценки мы намерены сравнить активацию, возникающую в процессе решения специально сформулированных нами задач, когда активируется либо непосредственная система оценки количества, либо система с опорой на визуальные параметры, в зависимости от предъявленных наборов стимулов. Исследование направлено на выявление психофизиологических механизмов функционирования и связи двух подсистем оценки количества в разных условиях доступа к сравнению визуальных свойств массивов сравниваемых объектов, таких как гомо- или гетерогенность, отдельный или смешанный формат предъявления.

За два года исследования был проведен сбор поведенческих данных, были исследованы несимволическое чувство числа, когнитивный контроль, объем визуально-пространственной рабочей памяти 899 школьников четвертых–девярых классов из России и Киргизии. Опираясь на анализ результатов исследования, можно говорить о том, что оценка количества с опорой на визуальные свойства не является единственным возможным способом оценки количества. В случае затруднения сравнения визуальных параметров индивид способен оценивать количество непосредственно, в меньшей степени отвлекаясь на нерелевантные визуальные свойства.

Впервые получены данные о том, что вклад различных визуальных параметров в оценку количества может различаться в зависимости от условий предъявления сравниваемых множеств. Также впервые получены данные о возрастных изменениях в эффекте визуальных параметров в разных условиях.

При проведении анализа поведенческих данных была обнаружена возрастная динамика связи показателей несимволического и символического чувства числа, в частности, для оценки в более доступных условиях связь с показателем несимволического чувства числа с символическим уменьшается с возрастом, в то время как в условиях затрудненной оценки визуальных параметров связь остается неизменной.

Настоящее исследование включает в себя новейшие психологические методики, направленные на оценку когнитивных способностей. Разработанная пара-

дигма психофизиологического эксперимента основана на методах картирования мозга. В настоящий момент проведено нейрофизиологическое исследование с помощью метода электроэнцефалограммы (ЭЭГ) 25 подростков, проведен предварительный анализ данных, который позволит оценить мозговые механизмы двух систем несимволической оценки количества в различных условиях, а именно их временную динамику и мозговую топографию. Совместное использование психологических и психофизиологических методов в исследованиях структуры несимволического чувства числа, его связи с рабочей памятью, с когнитивным контролем и математическими достижениями подростков способствует развитию междисциплинарных направлений когнитивной психофизиологии и психологии развития.

Понимание когнитивных и психофизиологических механизмов чувства числа позволит определить его роль в системе когнитивных способностей и позволит решить в последующем ряд прикладных задач. В частности, становится возможным раскрыть возможные пути формирования символических числовых навыков, таких как понимание концепции числа, арифметические навыки, понимание позиционного принципа числа, понимание концепции числовой линии и роли несимволической репрезентации количества в их развитии. Модель функционирования системы оценки количества позволяет выработать возможные способы развития точности несимволической репрезентации количества как через тренировку способности оценки визуальных параметров, так и через развитие возможностей прямой оценки количества. Это дает новые возможности работы с детьми, испытывающими трудности в освоении математики. Создание надежного инструмента для оценки точности двух подсистем оценки количества дает возможности диагностики детей на разных этапах обучения с целью выявления возможных причин возникновения трудностей в освоении математики.

Цифровизация динамических параметров развития креативного и репродуктивного мышления в учебной деятельности

Цель проекта – диагностика мышления учеников на предметном содержании, формирование у учеников креативного мышления при выполнении на уроках кратких творческих заданий и решении экспериментальных творческих задач в условиях кружковой работы.

Помощь учителю в развитии креативной метакомпетентности каждого ученика призвана оказывать компьютерная система «Creo Datum».

В процессе исследования была сформулирована гипотеза о том, что креативное развитие каждого обучающегося возможно, если:

- составить систему заданий на предметном содержании школьного курса, которые можно использовать на уроках;
- разработать на предметном содержании школьного курса систему экспериментальных задач для использования во внеурочной работе;
- создать концептуально-математическую модель цифровизации креативных и репродуктивных мыслительных действий обучающихся;
- разработать компьютерную систему, помогающую учителю в цифровизации креативных и репродуктивных действий обучающихся в процессе решения творческих задач и при построении графиков креативного развития каждого ученика.

В ходе реализации проекта нами были разработаны концептуально-математическая и психолого-педагогическая модели цифровизации динамических параметров функционирования и развития креативного и репродуктивного мышления в учебной деятельности и осуществлена их экспериментальная апробация и корректировка; разработана система цифровой кодификации динамических параметров креативного и репродуктивного мышления в учебной деятельности и подготовлена критериальная база для оцифровки динамики креативного мышления по показателям дивергентности, конвергентности и оригинальности.

На предметном содержании конкретной школьной дисциплины (химии) разработана система творческих (нетиповых) заданий, обеспечивающих актуализацию и развитие качеств креативного и критического мышления обучающихся, и количественную оценку развития креативного мышления обучающихся не-

посредственно в учебном процессе на уроках химии; построена система экспериментальных предметно-творческих задач по химии, требующих от обучающихся актуализации теоретических знаний и практических познавательных-исследовательских умений при выполнении опытов.

Был проведен статистический анализ цифровых следов функционирования и развития креативного мышления школьников на уроках химии.

Проект позволил определить принципы цифровизации креативных мыслительных действий обучающихся при решении экспериментальных предметно-творческих задач по химии и схемы цифровизации вариантов решения учащимися каждой экспериментальной задачи.

На предметном содержании конкретной школьной дисциплины (химия) определены принципы построения системы типовых (репродуктивных) задач и критериальная база, обеспечивающая количественную оценку развития репродуктивного мышления в учебной деятельности.

Использование статистических методов корреляционного анализа позволило осуществить сопоставление показателей динамики развития креативного и репродуктивного мышления обучающихся с образовательными результатами их учебной деятельности по основным школьным дисциплинам естественнонаучного цикла.

Созданная программно-компьютерная система «Creo Datum», позволит педагогу организовывать процесс решения учащимися творческих задач и осуществить автоматизированный мониторинг мыслительных действий; разработанные дополнительные модули системы «Creo Datum» призваны обеспечить цифровизацию динамических параметров креативного и репродуктивного мышления как в условиях «короткого» решения задач на уроках химии, так и в условиях «длительного» решения во внеурочной деятельности.

Для конкурентного развития экономики Российской Федерации необходима конкурентная система образования. В связи с этим правительству поручено обеспечить вхождение России по качеству общего образования в число десяти ведущих стран мира. Определяется качество системы образования с помощью тестирования функциональной грамотности обучающихся, которая проверяется по шести направлениям: математическая грамотность, читательская грамотность, естественнонаучная грамотность, финансовая грамотность, глобальные компетенции, креативное мышление. Следует отметить, что развитие у обучающихся креативного мышления во многом определяет их результаты по каждому из вышеперечисленных направлений и выступает одной из ключевых метапредметных компетентностей.

Методические принципы и технологические решения, разработанные в рамках проекта для курса химии, могут быть масштабированы на другие естественнонаучные дисциплины школьного образования. В связи с этим создаваемая система «Creo Datum» может быть наполнена творческими заданиями по ряду школьных предметов, что предполагает привлечение к работе специалистов по разным школьным предметам, готовых работать с системой «Creo Datum».

В исследованиях, посвященных творческому развитию обучающихся на предметном содержании, можно выделить два этапа. Первый этап характеризуется предложением разнообразных творческих задач с использованием содержания школьных предметов естественнонаучного цикла. В качестве примера можно привести целый ряд отечественных и зарубежных авторов: Разумовский В.Г., Лисичкин Г.В., Бетанели В.И., Оржековский П.А., Давыдов В.Н., Титов Н.А., Ходаков Ю.В., Janke B., Raabe H., Mattson W., Pickering M. и др. Этот этап осуществлялся в 60–90-х гг. XX века и стал необходимым условием для успешной реализации следующего.

Второй этап исследований творческого развития учеников на предметном содержании получил начало в XXI веке. Во многом этот период связан с диагностикой креативного мышления или тесно связанной с ним функциональной и, в частности, естественнонаучной грамотности обучающихся. Последнее направление активно развивается сегодня в международном проекте PISA. Авторы составляют диагностические задания на предметном содержании школьных дисциплин и оценивают, насколько ученики обладают готовностью успешно взаимодействовать с изменяющимся окружающим миром, а также возможностью решать различные

(в том числе нестандартные) учебные и жизненные задачи (например, Басюк В.С., Ковалева Г.С., Пентин А.Ю.).

В настоящее время ряд зарубежных педагогов занимается разработкой тестов на креативное мышление с использованием содержания естественнонаучных школьных предметов. В качестве примера можно привести исследование австрийского педагога профессора К. Хайма и его коллег (Haim K., Aschauer W., Weber Ch.). Они разработали систему диагностики стратегий дивергентного мышления в постановке естественнонаучных проблем. Диагностика выполнена в виде онлайн-теста и обеспечивает время обработки три минуты на элемент.

Многозадачность в структуре цифровой социализации

Для школьников как передового отряда человечества по освоению смешанной офлайн-онлайн-реальности жизнь становится всё более многозадачной, а медиамногозадачность автоматически превращается в почти безальтернативный и массовый *modus vivendi*. Несмотря на значимость, данный феномен пока изучен недостаточно. Цифровизация образования, усиливающая в учебном процессе условия, характерные для многозадачности, повышает актуальность исследований и разработки технологий развития эффективных стратегий многозадачности (МЗ) и медиамногозадачности (ММЗ).

Цель проекта – исследование структуры и функций многозадачности и медиамногозадачности как формата деятельности, а также когнитивных, личностных, социальных и образовательных факторов его эффективности у учеников начальной и основной ступени общего образования.

Проводятся исследования основных характеристик ММЗ и ее коррелятов у детей и подростков; дневниковое исследование распространенности ММЗ, связи ММЗ с содержанием деятельности и ее субъективной эффективностью у подростков; анализ представлений педагогов и родителей о МЗ и цифровизации образования; лонгитюдное исследование динамики ММЗ и эффективности деятельности подростков; сравнительные исследования эффективности непроизвольной и направленной деятельности в формате ММЗ, а также по формированию навыков успешной учебной деятельности школьников в условиях ММЗ; исследование организации деятельности школьников в виртуальной и дополненной реальности (VR/AR) в условиях ММЗ. Предполагается комплексный анализ когнитивных, личностных, социальных и педагогических детерминант. Это позволит получить новые данные о феномене МЗ в структуре социализации

школьников, условиях и механизмах формирования стратегий эффективной многозадачности в учебном процессе, а также предложить рекомендации педагогам на основе анализа полученных в проекте эмпирических результатов.

Было проведено аналитическое исследование феноменов МЗ и ММЗ, систематизированы результаты современных эмпирических исследований; систематизированы исследования метапознания как фактора формирования осознанной МЗ и ММЗ. В процессе экспериментального исследования ($N=154$) была эмпирически верифицирована распространенность использования школьниками 7–16 лет медиамногозадачного формата при решении учебных задач. Выделено несколько типов поведения в условиях ММЗ и продемонстрировано, что как линейные, так и нелинейные стратегии поведения могут приводить к определенному уровню эффективности деятельности. ММЗ связана не с полом, а с возрастом: чем старше школьники, тем больше они склонны работать в режиме ММЗ. Выявлено, что для подростков ММЗ более естественная и произвольная стратегия деятельности и связана с лучшими показателями развития ряда когнитивных функций, в то время как в младшем школьном возрасте ММЗ характеризуется скорее повышенной импульсивностью и недостаточностью когнитивного контроля, что не способствует продуктивности выполнения учебных задач. Это позволяет выделить адекватные когнитивному развитию возрастные периоды ограничения или развития формата ММЗ в учебном процессе.

Исследование повседневной активности подростков в офлайн-, онлайн- и смешанной реальности проводилось посредством дневникового метода и объективных оценок экранного времени (приложение на смартфонах) ($N=125$). Показано, что распространенная высокая пользовательская активность и гиперпод-

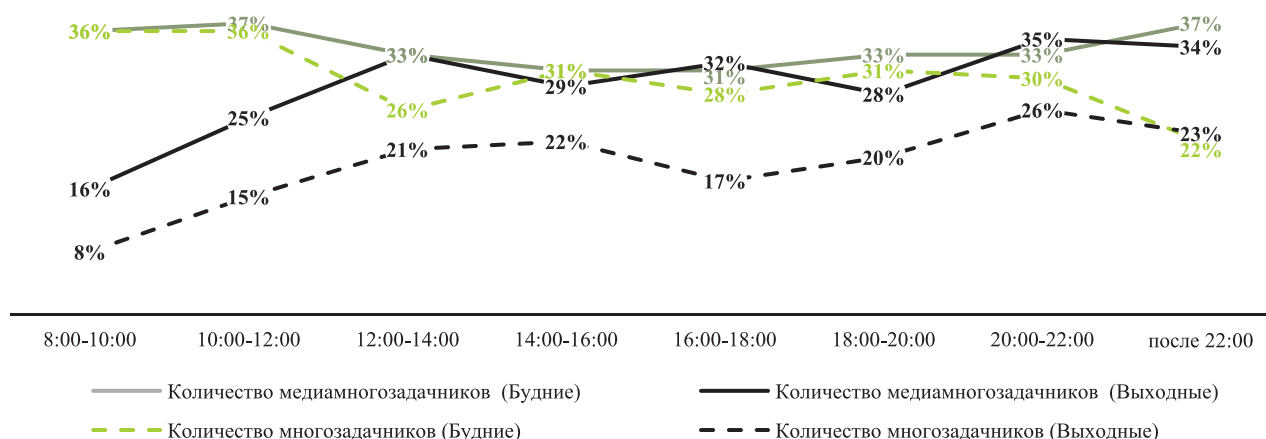


Рис. 1. Количество многозадачников и медиамногозадачников по будним и выходным дням в разные отрезки времени, %.

ключенность часто недооцениваются подростками, а ММЗ субъективно оценивается как эффективный формат, использование которого возрастает от выходных к будням, когда учеба дополняется поисково-познавательной онлайн-активностью и онлайн-общением (рис. 1).

Исследование отношения к цифровизации образования и многозадачности у учителей ($N=131$) и родителей ($N=152$) показало, что высокий уровень использования интернета и активное применение ряда цифровых инструментов в образовательном процессе учителей сочетается с относительно невысоким уровнем цифровой компетентности. Высокая пользовательская активность и переживание смешанной реальности для родителей менее характерны по сравнению с учителями, но цифровая компетентность приблизительно одного уровня. Большинство родителей и учителей прибегают к формату МЗ и позитивно к нему относятся в повседневности. При этом учителя скорее негативно оценивают использование ММЗ в образовательном процессе как учеником, так и учителем. Родители более оптимистично относятся к ММЗ, считая, что эффективность ребенка на уроке повышается; они чаще учителей испытывают положительные эмоции от такого формата у детей.

Нами разработана серия экспериментальных исследований по оценке эффективности органи-

зации деятельности в условиях ММЗ, сопряженной с использованием в образовании дополненной реальности; по сравнению эффективности непроизвольной и направленной деятельности ученика в формате МЗ; по формированию у школьников эффективных стратегий организации учебной деятельности в условиях ММЗ. Результаты исследований представлены в курсе лекций для руководителей школ России в рамках проекта «Цифровая трансформация школы», организованного Министерством просвещения, Фондом новых форм развития образования и РАНХиГС ($N>11\,000$).

3 февраля 2021 г. была проведена конференция «Поколение цифровой социализации: взламывая стереотипы». Участниками серии научно-практических семинаров стали свыше 2 700 педагогов.

Результаты проекта представлены в 27 научных докладах и 13 публикациях.

Полученное в рамках проекта научное знание позволит педагогам лучше понять мифы и реальность, возможности и трудности, которые приносит цифровизация общего образования для когнитивного и личностного развития детей и подростков; учесть позитивные эффекты и сгладить риски в обучении, связанные с неизбежностью использования школьниками формата ММЗ в цифровом контексте и существующими установками к нему со стороны педагогов; выработать конструктивные стратегии интеграции цифровых технологий, в том числе дополненной и виртуальной реальности, в образовательный процесс; может использоваться для выстраивания продуктивного диалога и взаимодействия по поводу цифровой трансформации процесса образования между школой и родителями; стать основой для разработки соответствующих программ повышения квалификации педагогов. Разработка схем по развитию навыков метапознания и осознанной ММЗ позволит развивать критическую оценку школьниками своих стратегий обучения и повысить

их академическую успеваемость при использовании цифровых форматов обучения.

Исследования в области изучения ММЗ носят отрывочной и противоречивый характер и посвящены главным образом изучению связи ММЗ с личностными чертами и когнитивными функциями. ММЗ связана с добросовестностью (Toyama *et al.*, 2021), потребностью в познании и поиском ощущений (Lim *et al.*, 2016). Неоднозначны данные о связи ММЗ с когнитивными функциями (внимание, память, мышление, когнитивный контроль и метапознание) (Uncapher *et al.*, 2017; Carrier *et al.*, 2015). Их работа оценивается через продуктивность деятельности и академическую успеваемость – результаты исследований зачастую показывают негативное влияние ММЗ. Но есть данные, согласно которым развитие метапознания (напр., в VR (Zumbach *et al.*, 2020)) повышает продуктивность ММЗ (Perry *et al.*, 2019). Для изучения ММЗ в контексте оптимизации образования представляется перспективным применение технологии AR (Schmitz, 2014), позволяющей использовать развлекательные элементы в обучении, что повышает мотивацию учащихся (Shatte *et al.*, 2014).

Изучение возможностей развития когнитивной регуляции посредством физических упражнений в дошкольном возрасте

Стремительный технологический прогресс приводит к тому, что современные дети всё больше времени уделяют пассивным занятиям (видеоигры, интернет, телевидение), и снижает продолжительность физической активности. К тому же сейчас мы наблюдаем тенденцию к форсированию детского развития, когда родители делают акцент именно на познавательных занятиях, тогда как физическому развитию детей уделяется значительно меньшее внимание. При этом множество зарубежных исследований, проведенных за последние 10–15 лет, показывают, что физическая активность играет существенную роль в развитии когнитивных функций и саморегуляции у детей и подростков.

В данном проекте впервые на российской выборке организовано и проведено эмпирическое исследование взаимосвязи развития регуляторных функций с физическими навыками в дошкольном возрасте. Планируется проведение исследования, в котором примут участие свыше 700 детей в возрасте пяти-семи лет из Москвы и Казани. Результатом исследования станет понимание специфики взаимодействия регуляторных функций и уровня физической подготовки детей дошкольного возраста, а также понимание возможностей направленного

развития когнитивной регуляции с помощью физической активности. В ходе исследования предполагается разработка комплекса физических упражнений, направленного на развитие «холодных» (контроль деятельности в ответ на относительно неэмоциональные стимулы и сложные когнитивные задания) и «горячих» (контроль деятельности во время эмоционального возбуждения) регуляторных функций, имеющих большое значение в развитии детей, их дальнейшем обучении и социализации. Полученные результаты лягут в основу разработки рекомендаций и материалов, направленных на просвещение родителей и сотрудников сферы образования с целью развития саморегуляции и физической подготовки детей дошкольного возраста и пропаганды здорового и активного образа жизни.

Анализ отечественных и зарубежных исследований позволил выявить две группы показателей физической активности детей дошкольного возраста, имеющие взаимосвязь с регуляторными функциями, и двойственную связь между уровнем развития регуляторных функций и физической активностью: дошкольники с более высоким уровнем развития регуляторных функций с большей вероятностью будут систематически и продолжительно заниматься спортом в школе; у детей, занимающихся спортом в детском саду, регуляторные функции более развиты, чем у их «неспортивных» сверстников. На основании проведенного анализа оказалось невозможно однозначно ответить на вопрос о том, какие именно компоненты регуляции больше связаны с физической нагрузкой, а какие меньше, поскольку это зависит от специфики упражнений.

Наше исследование показало, что дети, имеющие высокий уровень общей физической функциональной подготовки, во многом превос-

ходят в показателях регуляторного развития своих сверстников с низким или средним уровнем физической подготовки. Наибольшие различия обнаружены в способности детей контролировать импульсивные побуждения взамен произвольным, в запоминании пространственного расположения новых элементов. Дети с высоким уровнем физической подготовки имеют более высокоразвитую зрительно-пространственную рабочую память. Вполне вероятно, что эти дети представляют выполнение сложного упражнения и выстраивают образ собственных действий до того, как приступают к нему. Также вероятно, что визуализация ситуаций помогает детям не только скоординировать собственные движения, но также и справиться с волнением, что также отражается на результатах. Можно предположить, что физическая функциональная подготовка позитивно сказывается на способности детей выполнять задачи по саморегуляции. Анализ показал, что развитие регуляторных функций у девочек и мальчиков в возрасте пяти-шести лет значительно отличается по ряду параметров. Как и в аналогичных исследованиях, было обнаружено, что девочки показывают более высокие результаты по сравнению с мальчиками в выполнении заданий на когнитивную гибкость и сдерживающий контроль.

Полученные результаты подтверждают предположение о том, что связь между функциональной физической подготовкой и регуляторными функциями имеет двунаправленный характер. Развитые навыки саморегуляции позволяют ребенку демонстрировать более высокие результаты при оценке функциональной физической подготовки за счет запоминания техники выполнения упражнений и формирования мыслительного образа. А занятия спортом развивают у детей

не только умение управлять своим телом, но и отражаются на управлении когнитивными процессами.

Сегодня перед ребенком еще до начала школьного периода обучения представляется возможным погрузиться в цифровой мир. При сопровождении со стороны взрослого это знакомство и овладение цифровыми средствами будет благоприятным и позволит максимально развить способности. Цифровая среда предоставляет огромные возможности, в том числе касающиеся поиска, получения, передачи информации любого рода. Но только высокий уровень развития когнитивных процессов и регуляторных функций, позволит ребенку быть субъектом поиска содержательного контента при соблюдении режима оптимальной физической активности. Кроме того, физические упражнения предполагают соблюдение режима, правил, требуют умения концентрироваться в нужный момент и распределять свои силы. Подобные навыки пригодятся ребенку в управлении собственными ресурсами в учебе в школе. Это частично объясняет роль регуляторных функций как модератора связи между функциональной физической подготовкой и академическими достижениями детей в младшем школьном возрасте.

В ряде зарубежных исследований показано, что у детей, которые систематически посещают спортивные занятия, регуляторные функции более развиты, чем у их сверстников, не имеющих такого опыта. Дети с более высоким уровнем регуляторных функций с большей вероятностью впоследствии будут активно заниматься спортом в школьном возрасте. (Chang *et al.*, 2013; Zeng *et al.*, 2017, Gentile *et al.*, 2020). Согласно исследованиям, для того чтобы спортивные занятия способствовали развитию регуляторных функций, при организации и проведении занятий важно учитывать такие факторы, как уровень стресса ребенка, эмоциональный фон, контакт с тренером (Palmer *et al.* 2017). В ряде исследований было показано, что регуляторные функции выступают модератором связи между функциональной физической подготовкой и познавательным развитием (навыки счета, чтения, письма) (McClelland, Cameron, 2012; Hillman, Schott, 2013; de Greeff *et al.*, 2018).

В России этот вопрос рассматривался с точки зрения интеграции познавательной деятельности и двигательной активности детей дошкольного возраста на занятиях по физическому воспитанию в детском образовательном учреждении, отдельных видов двигательной активности и игровой деятельности (Кахнович и др., 2019; Мищенко, 2019; Сушкова, Лошкарева, 2019; Семенова, 2020; Швец, 2020; Щербак, 2020, 2021).

Литература

1. *И.В. Дворецкая, А.Ю. Уваров.* Отечественная и зарубежная педагогика, 2020, 1(66(2)), 29.
2. *И.В. Дворецкая, А.Ю. Уваров, В.В. Вихрев* Модели обновления общего образования в развивающейся цифровой среде: Аннотированная библиография, РФ, Москва, Торус Пресс, 2020.
3. *А.Ю. Уваров, В.В. Вихрев, Г.М. Водополян, И.В. Дворецкая, Э. Кочак, И. Левин* Информатика и образование, 2021, №7, С5 DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-7-5-28.
4. *I.V. Dvoretskaya, A.Yu. Uvarov* В *Lecture Notes in Educational Technology*, Eds Y. Wen et al., Germany, Springer Publ., (in print).
5. *Анкета для администрации школ и учителей*, ФГБНУ «Психологический институт РАО». (<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdSCqKICkI32b6yWhXJeKUKXrmF2Ramyb0rXQwsQcEPPNjDw/viewform>).

English

What Is the Education Becoming?*

Elena B. VolkovaInstitute of Psychology,
RAS13/1 Yaroslavskaya Str.,
Moscow, 129366, Russia
volkovaev@mail.ru**Irina V. Dvoretskaya**National Research University Higher
School of Economics20 Myasnitskaya Str.,
Moscow, 101000, Russia
Idvoretskaya@hse.ru**Mukhamed K. Kabardov**

Professor, Psychological Institute, RAE

9-4 Mokhovaya Str.,
Moscow, 125009, Russia
kabardov@mail.ru**Marina M. Lobaskova**

Psychological Institute, RAE

9-4 Mokhovaya Str.,
Moscow, 125009, Russia
lobaskovamm@mail.ru**Pavel A. Orzhekovsky**RAE Corresponding Member, Professor,
Moscow Pedagogical State University
1-1 Malaya Pirogovskaya Str.,
Moscow, 119991, Russia
p.a.orzhekovskiy@gmail.com**Galina U. Soldatova**RAE Academician, Professor,
Lomonosov Moscow State University
11-9 Mokhovaya Str.,
Moscow, 125009, Russia
soldatova.galina@gmail.com**Alla A. Tvardovskaya**Kazan (Volga Region)
Federal University
18 Kremlyovskaya Str.,
Kazan, 420008, Russia
taa.80@ya.ru

Abstract

Education should be based on the inclinations, abilities and aspirations of each child: to learn and create new things, to communicate, cooperate, learn and teach. The actualization and development of this human potential, considering the personal and cognitive traits of each child, is an ever-greater need. In the world of accelerating, unpredictable and irreversible changes the ways of becoming an advanced, pre-adaptive education are being formed.

We cannot stand by and wait.

We must not catch up but get ahead of events.

Keywords: advanced education, pre-adaptation, motivation, development, ability to learn and to teach.

*The work was financially supported by RFBR (projects 19-29-14019, 19-29-14111, 19-29-14136, 19-29-14138, 19-29-14167, 19-29-14177 and 19-29-14181).

Images & Tables

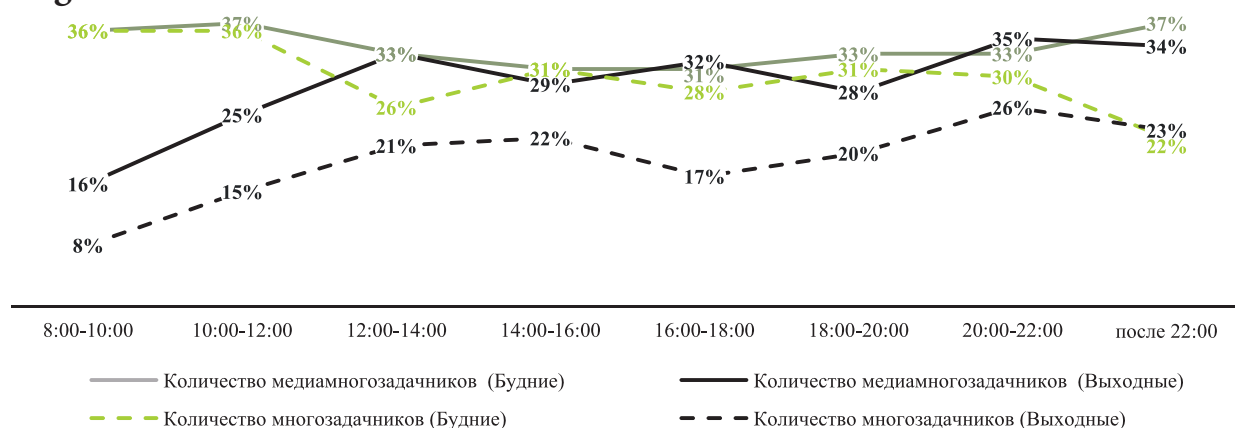


Fig. 1. The number of multitaskers and media multitaskers on weekdays and weekends at different time, %.

References

1. I.V. Dvoretckaya, A.Yu. Uvarov
Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika [Domestic and Foreign Pedagogy], 2020, 1(66(2)), 29 (in Russian).
2. I.V. Dvoretckaya, A.Yu. Uvarov, V.V. Vihrev
Modeli obnovleniya obshego obrazovaniya v razvivayusheisya cifrovoi srede: Annotirovannaya bibliografiya [Models for Renovating General Education in an Emerging Digital Environment: An Annotated Bibliography], RF, Moscow, Torus Press, 2020 (in Russian).
3. A.Yu. Uvarov, V.V. Vihrev, G.M. Vodopyan, I.V. Dvoretckaya, E. Kochak, I. Levin
Informatika i obrazovanie [Informatics and Education], 2021, № 7, 5 (in Russian).
DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-7-5-28.
4. I. Dvoretckaya, A. Uvarov
In *Lecture Notes in Educational Technology*, Eds Y. Wen et al., Germany, Springer Publ., (in print).
5. Questionnaire for school administration and teachers, Psychological Institute of the Russian Academy of Education. (<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdSCqKICkI32b6yWhXJeKUKxrmF2Ramyb0rXQwsQcEPPNjCdw/viewform>).