



Ю.В. Громыко, В.В. Рубцов

Цифровая платформа Школы Будущего: Цифро-когнитивный подход в отличие от цифро-алгоритмического упрощения образования

Рекомендуемая форма библиографической ссылки

Громыко Ю.В., Рубцов В.В. Цифровая платформа Школы Будущего: Цифро-когнитивный подход в отличие от цифро-алгоритмического упрощения образования // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 4-й Международной конференции (4-5 февраля 2021 г., Москва). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2021. — С. 238-259. — <https://keldysh.ru/future/2021/21.pdf> <https://doi.org/10.20948/future-2021-21>

Размещено также [видео выступления](#)

Цифровая платформа Школы Будущего: Цифро-когнитивный подход в отличие от цифро- алгоритмического упрощения образования

Ю.В. Громыко¹, В.В. Рубцов²

¹ *Институт опережающих исследований*

² *МГППУ*

Аннотация. В статье рассматриваются два подхода к цифровизации образования: цифро-алгоритмический и цифро-когнитивный подход. Цифро-алгоритмический подход соотносит ответы учащегося с определенным установленным правилом, заданным набором операций по получению нужного ответа. При реализации первого подхода учащегося заставляют отгадать последовательность операций, чтобы получить нужное решение. Цифро-когнитивный подход обеспечивает создание условий для моделирования, изображения и представления актов мышления и действия в учебной работе школьников для самих учащихся и учителя. Реализация второго подхода направлена на создание цифровой образовательной среды нового поколения, будучи помещенной в которую, учащийся должен построить поисковое действие и сам определить нужные типы, набор и последовательность операций в зависимости от того, как он понял ситуацию и задание. Основу цифровой образовательной среды нового поколения образует разработанная В.В. Давыдовым модель акта мышления как клеточки междисциплинарной теории мышления. Именно формы усложняющегося мыслительного акта позволяют организовывать образовательные цифро-когнитивные системы разных типов.

Ключевые слова: цифро-алгоритмический подход, цифро-когнитивный подход, учебная деятельность, педагогическая деятельность, цифровая платформа, деятельностное содержание образования, строение мыслительного акта, цифровая образовательная среда нового поколения

The digital platform of the future school: the digital-cognitive approach against the digital- algorithmic reduction of educational practice

Yu.V. Gromyko¹, V.V. Rubtsov²

¹ *Shiffers Institute of Advanced Studies*

² *Moscow State University of Psychology and Education*

7. Образование в цифровой реальности

Abstract. The paper differentiates two approaches to digitalization of the educational practice: the digital-algorithmic approach and the digital-cognitive approach. The digital-algorithmic approach puts in correspondence pupil's answer with described and established rules and operations to achieve "correct" responses. Application of the first approach forces students to guess right operation sequence to find the right solution. The digital-cognitive approach provides a background for modeling, visualizing and making representation of thinking acts and action for school students and teacher. Realization of the second approach aims to organize the digital educational milieu of the new generation. This the digital educational milieu supports and stimulates student work to find types of operations, the operation set and the operation sequence according to student's understanding of the problem and grasping the situation. The model of the thinking act that is elaborated by Vasilii Davydov as the "cell" for the interdisciplinary theory of thought processes is considered to be the core for constructing a digital educational milieu of the new generation. Described forms of thinking act with increasing complexity provides organization of digital-cognitive systems in education.

Keywords: digital-algorithmic approach, digital-cognitive approach, learning activity, teaching activity, activity content of education, structure of thinking act, digital educational milieu of the new generation

1. Как не уничтожить возможности образования цифровизацией?

Основная задача данной статьи состоит в том, чтобы показать, что в предложенных для распространения образцах создания цифровой среды образования не различаются цифро-алгоритмический и цифро-когнитивный подходы. Цифро-алгоритмический подход соотносит ответы учащегося с определенным установленным правилом, заданным набором операций по получению нужного ответа. Цифро-когнитивный подход, когда цифровизация служит расширению возможностей познания, обеспечивает создание условий для моделирования, изображения и представления актов мышления и действия в учебной работе школьников для самих учащихся и учителя. Неразличенность этих двух подходов разрушают смысловую и предметную составляющую учебной деятельности учащегося и педагогической деятельности учителя. При первом подходе две деятельности (учебная и обучающая) не объединяются в сложном смысловом и предметном взаимодействии вокруг вводимой платформы вмененного цифро-операционального контроля.

Суть двух этих подходов невероятно проста. В одном случае учащегося заставляют отгадать последовательность операций, выполнение которых ведет к заданному правильному ответу. Учащийся подстраивает свое поведения к требующемуся набору операций, чтобы получить санкционированный правильный ответ, который «образовательные кибернетисты» называют «обратной связью». Такая цифровизация является заключительным итогом внедрения единого государственного экзамена (ЕГЭ) в российское образование: учащийся затверживает и уже даже поведенчески за-

крепляет правильные ответы в виде последовательных поведенческих реакций на основе операций. Во втором случае учащийся должен построить поисковое действие и сам определить нужные типы, набор и последовательность операций в зависимости от того, как он понял ситуацию и задание. Операции необходимо осуществлять и в первом, и во втором случае. Но во втором случае надо определять, какие операции осуществлять, в зависимости от того, что учащийся понял и какие он осуществляет действия. Важнейший вопрос с точки зрения развивающего образования, не какие операции выполняет учащийся, а что и как он понимает, осмысливая задание и ситуацию задачи, как учащийся строит свое действие в соответствии с достигнутым пониманием. С этим пониманием и должен работать учитель, чтобы обучение вело за собой развитие. Свое понимание учащийся выражает при помощи схем и знаков, которые помогают ему планировать операции и действия. В огромном наборе исследований научной школы В.В. Давыдова [4,5,7,8,9,16,17,18,19] было показано, что учебные действия не могут быть сведены к готовому набору и последовательности операций. Операционализация действия составляет важнейшую особенность поисковой активности и развития творчества учащегося. Собственно эта связь зафиксированного понимания при помощи знаковых форм и вариативная последовательность операций могут стать предметом цифровизации во втором случае.

В этом случае цифро-когнитивный подход, выступая в функции своеобразного зеркала по отношению к поисковым действиям учащегося, обеспечивает усложнение и развитие мышления, вызывает смысловую мотивированность, способствует накоплению структур персонализированного искусственного интеллекта (ИИ). Именно такой эмерджентный (саморазвертывающийся) ИИ, изображающий в виде квантов-процедур самовозникающие акты мышления, нам необходим в образовании, в вооруженных силах, в промышленности, при планировании стратегических операций и в экономике, и в политике. Эмерджентным, самовозникающим является, конечно, не ИИ, а акты мышления. ИИ выступает всего лишь в функции описания и моделирования этого раскладывающегося на целостные кванты «живого» мышления. Создавать ИИ для моделирования и изображения мыслительных актов надо именно в образовании, формируя поколения учащихся с новыми возможностями работы с ним.

Основу так понимаемой цифровой платформы образует разработанная В.В.Давыдовым теория акта мышления как клеточки междисциплинарной теории мышления [5]. Именно форма усложняющегося мыслительного акта должна лежать в основе организации цифровой образовательной среды (знаний, условия происхождения и употребления которых прослеживаются на основе мыслительного акта, схем объекта в виде онтологий, системы концептуальных различий в виде семантического веба). Для преодоления зависимости учащегося от социальных сетей цифровая плат-

7. Образование в цифровой реальности

форма образования также должна быть оснащена на основе представлений о коммуникативном акте.

2. Цифровизация как алгоритмическая бюрократизация и цифровизация как наращивание возможностей мышления

В чем же состоит фундаментальное отличие цифро-алгоритмического подхода от цифро-когнитивного при организации учебной деятельности в цифровой образовательной среде? С точки зрения представления процесса решения задачи на компьютере они могут ничем не отличаться. В обоих случаях задается конечная совокупность правил, описывающих набор и порядок операций при решении задачи. Но с точки зрения организации учебной деятельности учащегося различие этих процессов фундаментально. В первом случае действия учащегося для самого ученика и педагога ничем не отличаются от алгоритма операций, обеспечивающих получение заданного ответа и представленных на компьютере. Во втором случае само действие учащегося по решению задачи и представление его в виде алгоритма и последовательности операций никогда не совпадают для ученика и учителя. Деятельность и действия ребенка никогда не отождествляются с набором и последовательностью операций, которые может выполнять компьютер. Сами операции и их последовательность не заданы, а должны быть обнаружены учащимся.

Что происходит сегодня при введении цифровых сред образования? Учащийся подчиняется последовательности алгоритмических операций гаджета (устройства), чтобы получить подтверждаемый цифровой ответ, но он не понимает, чему он должен учиться. Результат обучения совпадает с получением числового ответа, как это сегодня осуществляется на цифровой платформе Яндекс. А учитель не понимает, чему он должен учить. В результате и ученик, и учитель приспосабливаются к процедурам гаджета, (прибора) не понимая, должны ли они вскрыть какие-то фундаментальные закономерности или просто взломать цифровую игрушку. Таким образом, предлагаемый тип цифровых сред образования разрушает субъектность школьников и делает бессмысленным деятельность педагога. Нарушается принцип субъектной самодеятельности (автопоэзиса), саморазвертывающейся спонтанности, лежащий в основе становления самосознания по И. Канту и личности человека. Цифровая образовательная среда, созданная на основе цифро-алгоритмического подхода, переводит учащегося в позицию самоупражняющегося. В этом случае учащегося не выводят за горизонт сложившихся у него интеллектуальных возможностей, но закупоривают в них. Обучение перестает вести за собой развитие.

Почему это происходит? Создатели платформы не учитывают то поле возможностей и устремлений, в котором сегодня уже находится ребенок. Они замыкают его в этом поле наличных возможностей, не давая ключ продвижения к следующему уровню понимания на основе схватыва-

ния структуры мыслительного акта. Деятельность учителя должна вскрывать для учащегося новый уровень возможностей, но этого не происходит.

Предлагаемая цифровая образовательная среда является способом перекладывания социально-общественных условий учебности в зону доморощенной сложившейся активности и самодеятельности ребенка. Учащийся должен получить числовой ответ при решении задачи, а машина подтвердит правильность этого ответа – даст обратную связь, пресловутый feedback. Машина не будет работать с разными способами получения ответа, с пониманием ребенка условий задачи и ситуации, стоящей за задачей. Самое главное, так действующая машина не будет переводить ребенка к следующему уровню его интеллектуальных возможностей.

И это прямо подтверждается словами разработчиков учебных программ Яндекса. Руководитель образовательных сервисов «Яндекса» Илья Залесский рассказывает: «В Яндекс Учебнике мы анализируем все задания и стараемся понять, почему дети ошибаются. Причин много. В начальной школе ребенка может отвлекать от решения яркая картинка. В этом случае мы можем ее заменить, переписать условие, сделать его более понятным, – над заданиями работает большая команда методистов, психологов, иллюстраторов. Иногда сама тема оказывается очень сложной – в начальной школе детям **труднее всего даются дроби, доли, проценты. Тогда мы пытаемся понять, можно ли сделать более простую версию задания на те же дроби** (выделение – наше), и только потом давать продвинутый вариант» [10]. Действительно, при традиционной методике преподавания учащимся трудно даются дроби. Но если обучение строится в соответствии с подходом В.В. Давыдова, когда ребенок усваивает первоначально структуру понятия числа как отношения измеряемого к мере, то сложность задания для учащегося изменяется [6]. Поскольку дробь – это разновидность отношения – отношение числа в числителе к числу в знаменателе, когда при делении числа в числителе на число в знаменателе отсутствует целочисленный результат. Освоив понятие отношения, ребенок может легко схватывать представление об освоении дробей. Но этом случае он не эмпирически затверживает работу с дробями, но осваивает идеальную характеристику понятия отношения (см. работы В.В. Давыдова и Ж. Цветкович [6], работы М.А. Семеновой).

Машина может отслеживать, какие задачи решил или не решил школьник, и превращать набор решенных и нерешенных задач, выполненных и невыполненных заданий в «цифровой след» учащегося. В случае неправильного решения задачи в цифровой образовательной среде учащемуся могут предлагаться аналогичные задачи. Но алгоритмическая образовательная среда не раскрывает для учащегося общий способ решения задач определенного класса, поскольку для этого необходима реконструкция способа действия. Цифровая образовательная среда, в которой фиксируется способ решения целого класса заданий и задач, требует реализации

7. Образование в цифровой реальности

цифро-когнитивного подхода. Для цифро-алгоритмического подхода это не достижимо. Зафиксированная последовательность выполненных и невыполненных конкретным учащимся заданий объявляется сторонниками цифро-алгоритмического подхода индивидуализацией и персонализацией образования.

НО, на наш взгляд, эта индивидуализация и персонализация с очень маленьким «шагом» осознанности самой активности учащегося. Способ действия не вскрывается для учащегося, поэтому отсутствует субъектность действия в ситуации. Фактически перед нами индивидуализация обезличенной и вынужденной бюрократической сопричастности, когда за человеком закрепляется бирка и его маркируют. Такой же индивидуализацией и персонализацией можно назвать выдачу билета на поезд, закрепление за военнослужащим жетона и прочее, человека метят в определенной организационной системе для удобства учета. Его маркируют на основе того, какие задания он выполнил.

Подобный тип цифровой образовательной среды разрушает важнейший принцип развивающего российского образования «обучение ведет за собой развитие». НО такая цифровая образовательная среда – это одновременно и шаг назад по отношению к теории и практике образования Ж. Пиаже [13]. Для школы Ж. Пиаже [14] развертывание операциональных структур, которые определяют развитие интеллекта ребенка, не должно быть стеснено бюрократическими требованиями затверживания данного набора операций. У Ж. Пиаже операции осваиваются ребенком и образуют матрицу по мере созревания и их самостоятельного осуществления ребенком [14].

Даже спонтанное действие ребенка по «курочению» игрушки (а Гегель считал, что самое правильное, что может сделать ребенок с игрушкой – это сломать ее) или спонтанное определение условий работы с новым гаджетом, путем хаотичного перебора кнопок, значительно более развивающее и субъектное, чем ответ на вопросы с заданным ответом и зафиксированным набором операций в цифро-алгоритмической образовательной среде. Почему? Да потому, что преобразование игрушки находится в поле свободных непредзаданных пробующих действий ребенка и координации своих действий со взрослыми и сверстниками. Такая нестесненная самопроизвольность действия позволяет ребенку выявить и осознать операциональные структуры и овладеть ими. В случае алгоритмически определенных «правильных» ответов робот шаблонизирует действия учащегося в заданной и непонятной для него бюрократической среде. Учащийся перестает действовать в ситуации с непредсказуемым результатом действия, которые требуют не узнавания заложенной в алгоритм «ошибки», а понимания и расшифровки результатов действия.

Освоение непредзаданной системы действий учащегося в виде операций в соответствии с подходом Ж. Пиаже обеспечивает большую само-

стоятельность и субъектность ребенка, чем ориентация на параметры правильных алгоритмических ответов в цифро-алгоритмической образовательной среде. Ребенок в системах обучения достигает те результаты, которые допускает в качестве приемлемых социальная система и которые от него ждет педагог.

Но в этом случае в соответствии с логикой анализа процессов развития детского мышления, предложенной Ж. Пиаже, обучение следует за развитием. Обучение поддерживает самостоятельное освоение ребенком операциональных структур действия, но главное, чтобы произвольные социальные рамки не искажали для учащегося прослеживаемую им самим связь обратимости операций. Неожиданные повороты в возникновении этих структур в индивидуальном действии, в процессах со-координации действий разных детей – гарантия спонтанности и самоформирующейся субъектности ребенка. Попытка на действие учащегося наложить сверху алгоритм как форму ориентационной основы – это способ резко снизить уровень субъектности и осознанности учащегося. Учащийся начнет подгонять выполняемое задание под ответ по заданному правилу, но у него не сформируется очевидность **связи операций**, образующих основу самодоверности мышления. Итак, цифро-алгоритмический подход к созданию цифровой образовательной среды не только отбрасывает нас назад от революционной до сих пор в образовании культурно-исторического подхода Л.С. Выготского [2] и его последователей (А.Н. Леонтьев [11], Д.Б. Эльконин [24], В.В. Давыдов [8], В.В. Рубцов [18]), но и выводит к отсталым формам бихевиоризма за границы теории самоиндуцированного развития операционального интеллекта Ж. Пиаже. Мы точно приземляемся в начало XX века из первой четверти века XXI.

В значительной мере использование цифро-алгоритмического подхода – это возврат к т.н. программированному обучению 1970-х гг., предложенному американским бихевиористом Скиннером. Алгоритм контролирует стандартизованное массовидное выполнение задания, стандартные фиксированные ответы на заданный вопрос. По сути, это та же самая система ЕГЭ, лишь доведенная до цифрового совершенства. Разница с ЕГЭ в том, что за ответом-реакцией на «угадайку» теперь следит алгоритм. И всякий, желающий быть социально успешным, должен затвердить стандартные однозначные ответы на задаваемый вопрос, а машина на миллионах ответах оценит меру стандартности ответа. Это возврат к очень старой идее программированного обучения во время самых первых попыток ввести автоматизацию проверки контрольных заданий в среднюю школу. В этом особенно преуспел советский психолог Л.Н. Ланда (основная его идея – формирование поведенческих процессов с заданными свойствами), который уехал в 1970-е гг. в США и успешно внедрил там свою систему программированного обучения в институты среднего образования США.

7. Образование в цифровой реальности

У американских исследователей есть более интересный и более содержательный ход с цифровизацией. Так, в наиболее продвинутых зарубежных подходах цифровизация образования связывается с *computational thinking* (вычислительным мышлением) – см., например [26]. При этом под вычислительным мышлением понимается мыслительный процесс в формулировании проблемы и выдвижении ее решения, который может быть осуществлен человеком или машиной. Вычислительное мышление описывает мыслительную деятельность по формулированию проблемы, допускающей вычислительное решение. Авторы специально оговаривают возможную ошибку: посчитать, что вычислительное мышление – это мышление компьютера. Нет, утверждают авторы, компьютер не мыслит, мыслит только человек. Поэтому вычислительное мышление – это мышление, которым владеет и которое использует специалист по теории вычислительных машин и систем (*computer scientist*). Одна из важнейших характеристик этого мышления состоит в том, что оно алгоритмично. Необходимо разобраться, насколько мышление специалиста по теории вычислительных машин и систем узко специализировано, насколько он сохраняет единство с универсальными формами и способами мышления. Как известно, ранняя узкая специализация школьников затрудняет развитие целого ряда интеллектуальных способностей, таких как понимание, рефлексия, воображение. Также есть точка зрения, высказанная Роджером Пенроузом (*Roger Penrose*), лауреатом Нобелевской премии по физике 2020 г., что вычисление вообще не имеет отношения к мышлению, а человеческий разум и сознание имеют квантовую природу.

Джонатан Тененбаум в статьях, специально написанных для *Asia Times* [28] разъясняет, в чем заключается основная опасность увлечения искусственным интеллектом на основе цифро-алгоритмического подхода. – «Опасность состоит не в том, что системы искусственного интеллекта станут более умные, чем люди. Эта опасность скорее в том, что люди станут настолько глупы, что перестанут понимать разницу между системами искусственного интеллекта и мышлением». Эта разница для Джонатана Теннербаума сводится к следующим принципиальным моментам:

1. Человеческое познание в своей основе не является алгоритмическим. В конечном счете, оно не основывается на процессах алгоритмического типа.

2. Системы искусственного интеллекта жестко привязаны к прошлому опыту и механическому заучиванию перед лицом ситуаций, в которых требуется нестандартное мышление.

3. Системы искусственного интеллекта, в отличие от человеческого мышления, не способны выходить за рамки процессов, в которые они включены, видеть более широкую перспективу, мыслить нешаблонно, исследовать новые направления.

4. Для систем искусственного интеллекта в значительной степени характерна тенденция переоценивать роль освоенных стратегий и методов при столкновении с новыми проблемами.

5. Системы искусственного интеллекта не способны схватывать смысл и значение утверждений, ситуаций и событий.

По мысли Джонатана Тенненбаума, отождествление человеческого мышления и систем искусственного интеллекта основано на утверждении или вере, что человеческое познание строится по алгоритмическому принципу и основано на элементарных нейронных процессах цифрового типа, результаты действия которых могут быть в точности воспроизведены высокопроизводительным компьютером. И сам мозг является биологической версией цифрового компьютера.

Выделенное Дж. Тенненбаумом основание возможности отождествления человеческого мышления и систем искусственного интеллекта определяется двумя типами технократического редукционизма:

1. редукцией мышления к деятельности машин;
2. редукцией процессов деятельности живого мозга к функционированию цифрового компьютера.

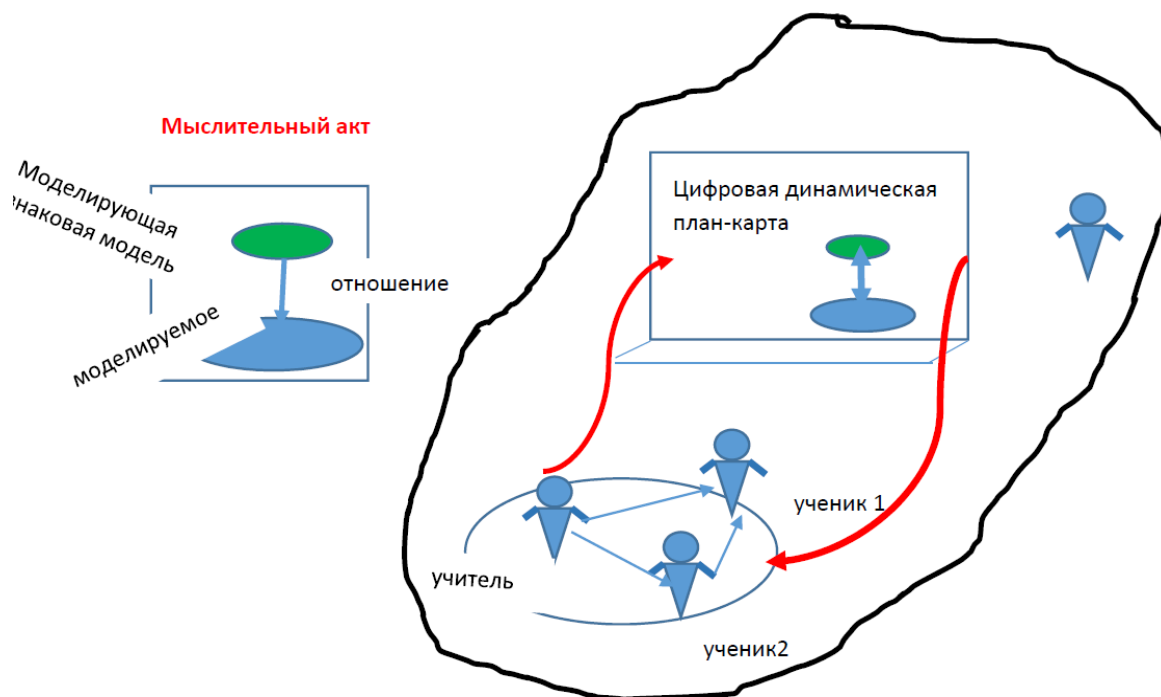
Эти две формы технократического редукционизма на самых первых порах использования компьютера и вычислительной техники были хорошо осознаны в Российской философии и психологии (Э.В. Ильенков, А. Арсеньев, В.В. Давыдов [1]) и соотнесены с третьей формой редукционизма: с редукцией процессов мышления к физиологическим, биофизическим и биохимическим процессам мозга. Новые формы и мифы этого редукционизма требуют специального анализа. Вместе с тем попытка утвердить цифро-алгоритмические процессы в качестве основы интеллектуальных процессов в образовании, безусловно, является тупиком.

Но как должна строиться цифровая образовательная среда, если мы реализуем принцип культурно-исторического подхода «обучение ведет за собой развитие» (Л.С. Выготский [2], В.В. Давыдов [8], В.В. Рубцов [18])? В этом случае учащемуся должна предъявляться **цифровая динамическая план-карта структуры мыслительного акта**. Эта план-карта поднимает учащегося на другой этаж интеллектуально-познавательных возможностей. **Сама динамика цифровой план-карты раскрывает социальную матрицу коллаборативных взаимодействий (взаимодействий сотрудничества) педагога и учащегося, других учащихся** (см. рис.).

Сначала учащийся вынужден двигаться по контуру этой план-карты, погружаясь в матрицу социальных взаимодействий, затем проживать и осознавать устройство актов мышления в виде схемы и превращать эту схему в способность мышления, одновременно осваивая следующий по сложности тип матрицы социальных взаимодействий для подъема на следующий этаж. Важно, что цифровая динамическая план-карта моделирует, отображает саму матрицу реальных социальных взаимодействий. Таким

7. Образование в цифровой реальности

образом, само отношение динамической план-карты к матрице социальных взаимодействий сохраняет базовое моделирующее отношение, заложенное в основу строения мыслительного акта по В.В. Давыдову [5]. Именно фиксируемое моделирующее отношение выступает в функции зеркала по отношению к социальным взаимодействиям, но только зеркалом с определенным градиентом кривизны.



Цифровая динамическая план-карта структуры мыслительного акта

Подобная система отношений динамической план-карты и матрицы социальных взаимодействий в значительной степени выходит за рамки операционной схемы Ж. Пиаже (определяющей состав операций и форму их соорганизации в индивидуальном действии учащегося), хотя и содержит ее внутри себя в качестве необходимого элемента. Сама цифровая план-карта в определенный момент должна стать операциональной схемой (схемой оперирования), моделирующей способы взаимопонимания, действия, мышления, включая внутрь себя операционную схему по Ж. Пиаже или П.Я. Гальперину. Сама матрица социальных взаимодействий может включать в себя:

- 1) формы смысловых различий, необходимых для коммуникации с педагогом и другими учащимися по заданной теме (семантика);
- 2) структуры знаний, представленные в виде предмета действия;
- 3) формы взаимодействий с педагогом и другими учащимися;
- 4) формы знаков, символов и схем, позволяющих фиксировать метапредметность действия как новые характеристики знания;

- 5) зоны идеальной предметной действительности;
- 6) элементы предметного действия;
- 7) формы самоорганизации коллективных взаимодействий;
- 8) социальные зоны применения знаний за рамками ситуации учения-обучения;
- 9) точки формируемой осознанности как поля проявляющейся субъектности.

Именно подобная матрица, каждый из элементов которой был разобран и изучен в многочисленных исследованиях научной школы В.В. Давыдова [4,7,8,9,15,16,17,18,19], и вся матрица целиком и должна стать предметом проработки и моделирующего отображения на основе динамической цифровой план-карты. Собственно взаимосвязи динамической план-карты и матриц социальных коллаборативных взаимодействий (взаимодействий сотрудничества) и должны стать ядром цифровой платформы Российской школы будущего (ЦПРШБ), формируемой на основе цифрово-когнитивного подхода.

Введение подобной социальной матрицы требует определения условий возникновения акта мышления внутри процессов коммуникации и взаимопонимания. Это возвращает нас к принципиальному тезису Л.С. Выготского о том, что «Мышление и речь имеют разные корни...» [2]. Фактически генезис мыслительного акта должен быть сопоставлен с генезисом коммуникативного акта в системе социальных взаимодействия с генезисом акта действия. Мыслительный акт по В.В. Давыдову [5] должен быть сопоставлен с коммуникативными актами Серля [20]. Это требует дальнейших специальных исследований и разработок.

3. Цифровизация образования на основе создания «динамических» знаков

Основная задача работы с данной матрицей и с формируемым на ее основе деятельностным содержанием образования и ситуацией учения-обучения (учебная деятельность учащегося и обучающая деятельность педагога в их взаимосвязи) состоит в том, чтобы поставить учащегося в ситуацию соотнесения двух динамик. С одной стороны, это должна быть динамика движущихся знаков на мониторе компьютера, а с другой стороны, это динамика в виде действий самого учащегося и его взаимодействий с учителем и другими детьми. При этом динамика знаков на мониторе не замещает и не определяет конечный результат деятельности самого учащегося. Его не заставляют подгонять динамику действий к динамике знаков на экране компьютера.

Переход от представления о знаке как о чем-то устойчивом и неподвижном знаменует XXI в. Движущийся динамический знак, согласующий динамику денотата (характеристик обозначаемых объектов) и сигнификата (понятийного содержания имени или знака) требует раз-

7. Образование в цифровой реальности

работки принципиально новой семиотики действия. Динамика и кинематика знаков является точкой отсчета для сопоставления с обнаруженной, выявленной и зафиксированной собственной динамикой учащихся. В качестве активности учащихся могут быть процессы осуществляемых действий, акты и процессы коммуникации и взаимопонимания, операции в мышлении. В этом случае в качестве динамических знаков будут динамические знаки соответствующих типов, которые имитируют действия учащихся, акты взаимопонимания и конфликты в коммуникации, операции в мышлении.

Так примером подобного динамического знака является формирование рисунка окружности двумя участниками, за каждым из которых закреплены прямолинейные действия по вертикали и горизонтали, осуществляемые с разной скоростью [16]. При этом на дисплее компьютера динамический знак формирует фигуру окружности. В этом случае участникам учебной ситуации надо уподоблять свои складываемые разноускоренные движения динамическому знаку. Но это, конечно, всего лишь один вариант изучения организации динамики действий. А в качестве динамического знака могут выступать схематические обозначения коммуникативных столкновений и поиска согласований, которые в этом случае надо сопоставлять с реальными актами коммуникации участников. При этом рассогласовываться в коммуникации могут элементы понятия, или понятие и характеристики ситуации и т.д. Такая цифровая платформа является ничем иным как формой «двойного кинематографа»: с одной стороны, перед нами движущийся «фильм» в виде динамического знака, с другой стороны, рефлектируемая и фиксируемая динамика собственной активности учащегося. Фактически, такой тип цифровой платформы с одновременным восприятием движения динамического знака и его сопоставлением с собственным движением разных типов: в мышлении, в коммуникации, в действии, можно назвать «консциентальной» машиной (от английского *consciousness* ['kɒnʃənsɪs] – сознание; сознательность), увеличивающей мерность осознанности. Именно в создании подобных консциентальных систем обнаруживаются совершенно новые возможности процессов обучения.

Подобный взгляд на цифровую платформу с позиций научной школы В.В. Давыдова определяется разработанным концептом о строении мыслительного акта [5]. Дело в том, что сам мыслительный акт, реализующийся в виде одномоментного целостного кванта (именно поэтому он и акт), обязательно основывается на двуплановости мышления, связывающего в единое смысловое целое действие в ситуации с его особой предметностью (моделируемое содержание) и знаково-схематическое представление этого содержания (моделирующую форму) (см. рис. – левая часть). Подобная двуплановая конструкция и должна, на наш взгляд, закладываться в цифровую платформу нового типа. Подобное двуплановое строение цифровой

платформы, на которой реализуется специально разработанное деятельностное содержание в соответствии с принципами деятельностной дидактики, определяет перспективные формы учебной и обучающей деятельности в отличие просто от исполнительских действий по алгоритму с элементами внешнего контроля. Но представление о мыслительном акте позволяет поставить и второй вопрос, какие формы артификации (введения искусственных дополнительных элементов) мышления могут наращивать возможности «живого» человеческого мышления? В этом случае абсурдным является утверждение о замене человеческого коллективного мышления деятельностью автоматов.

Артификация мышления с сохранением сущности и природы самого мышления связана с использованием цифровой платформы в функции особого зеркала, отражающего для группы, работающей на платформе, устройство мышления, его форму. Подобное отношение к использованию компьютеров в обучающих средах было в свое время предложено Роем Пив в коллективной монографии «Зеркала разума». В этом случае осуществляется моделирование мышлением самого себя и происходит проектирование новой формы мышления с выбрасыванием его к новым горизонтам. В этом случае акт мышления выступает как выделенная единица самонастраиваемой и преобразуемой формы организации мышления, определение границ которой позволяет выходить за освоенный горизонт рассудочного формального сознания к новым возможностям. Именно такое понимание актов мышления крайне необходимо для освоения учебной деятельности, исследовательской и проектной.

Итак, можно предельно грубо обрисовать две тенденции в процессах цифровизации. Одна связана с автоматизацией учебной и педагогической деятельности на основе цифро-алгоритмического подхода, заменой определенных повторяющихся операций действием автоматов и роботов (например, проверка домашних заданий автоматами), другая с опорой на цифро-когнитивный подход предназначена для моделирования процессов мышления, действия, коммуникации. Это моделирование не заменяет деятельность человека, не «отбирает» у него деятельность, но обеспечивает когнитивную поддержку в ситуации принятия решений учащимся, педагогом, управленцем.

Вторая тенденция, с нашей точки зрения, является реализацией концептуальной идеи Дугласа Карла Энгельбарта, одного из первых исследователей человеко-машинного интерфейса и изобретателя компьютерного манипулятора–мышы, об усилении (наращивании) человеческого интеллекта (“Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework”) при использовании вычислительной техники, высказанная им в далеком 1962 г. В 2003 г., анализируя результаты продвижения своей концептуальной идеи, Дуглас Энгельбарт отметил [25], что большинство людей, когда они говорят о компьютере, имеют в виду не усиление человеческого мышления, а

7. Образование в цифровой реальности

именно автоматизацию в виде замены операций, выполнявшихся до этого человеком, автоматом.

Вместе с тем с позиции деятельностного подхода человеческая практическая деятельность, включающая в себя процессы и акты мышления, коммуникации, ситуативного действия никогда не может быть заменена цифровой системой. Если набор повторяющихся операций замещается автоматизированной системой, то эта система как фрагмент вставляется в более сложную деятельность управления этим фрагментом. И надо описывать не автоматизированный фрагмент, а новую возникшую систему целиком, чтобы понимать последствия автоматизации фрагмента. Так цифровая платформа, создаваемая на основе цифро-когнитивного подхода, существует только в системе деятельности методистов, дидактов и диагностов, детского-взрослых образовательных, педагогических и родительских сообществ. Человеческое мышление как коллективно-общественная реальность никогда не сможет быть замещено искусственным интеллектом.

4. Цифровизация, обеспечивающая повышение уровня организации мышления. Цифровая платформа РШБ

Вместе с тем цифровизация может быть основой повышения уровня организации интеллекта человека и освоения им мышления и эпистемических технологий – технологий получения и употребления знаний, а также наращивания организации способностей, за которыми стоят новые способы действия. В этом случае демонстрируемые на компьютере алгоритмические операциональные способы действия могут моделировать для учащегося устройство самого мышления, показывать, как устроено мышление.

Для повышения уровня организации сознания мышления необходима разработка цифровых платформ в образовании на основе культурно-исторической теории (Л.С. Выготский [2], В.В. Давыдов [8]), деятельностного подхода в образовании (В.В. Давыдов [8], В.В. Рубцов [18], Ю.В. Громыко [3]), а также мультиагентного подхода к системам эмерджентного искусственного интеллекта [21]. Они вместе и образуют цифро-когнитивный подход к созданию цифровой образовательной среды нового поколения. При подобном подходе для человека, решающего задачу или проблему, принимающего решения, графические системы моделируют устройство человеческого мышления и имитируют коммуникацию разных интеллектуальных (программных) агентов понятий и концептов в данной предметной области.

Принципиальный вопрос, а что должен демонстрировать, уметь и знать педагог при организации процессов цифровизации образования, чтобы именно обучение, культурные образцы вели за собой процессы развития? Что должен уметь такого педагог, чтобы вытягивать ребенка из примитивной сигнальной коммуникации в социальных сетях со сверстниками

и развивать его понимание, рефлексию, мышление, какие образцы анализа и схематизации видеоматериалов он должен предлагать учащемуся, чтобы тот понимал принципы организации видеоматериалов и саму границу возможностей использования видеоматериалов и текстовых материалов для получения нового знания и создания способов употребления знания? Для этого педагог должен владеть технологиями получения и употребления знаний на разном материале (текстовом, визуальном, в живой коммуникации и общении) в разных предметных областях, он должен уметь различать данные, информацию с ее источниками, и знание. Для этого педагог должен быть неистовым эпистемотехником – профессионалом получения и употребления знаний. Сеймур Пейперт называл ребенка «неистовым эпистемологом» [12], который готов на компьютере при помощи специальной программы отслеживать и простраивать шаги черепашки, воспроизводящей конфигурацию различных геометрических фигур и графиков с осями ординат и абсцисс. Но сегодня ставка значительно выше: педагог должен объяснить и показать учащемуся, что существуют средства моделировать коллективное мышление по постановке и решению проблем и формировать персональные когнитивные системы принятия решений. Цифровая платформа нужна не для затверживания алгоритмов, но для моделирования и проектирования новых языков и форм организации коллективного решения проблем. Именно для освоения подобных методов педагог должен стать неистовым эпистемотехником и зарядить этой неистовостью ребенка.

Как конкретно должна работать цифровая образовательная среда Российской школы будущего, создаваемая на основе цифро-когнитивного подхода?

«Умный» искусственный интеллект выступает в качестве «зеркала» устройства мышления для тех, кто понимает, что такое мышление и имеет опыт порождения собственной мысли. Более высокий уровень организации мышления достигается на подобной цифровой платформе за счет того, что моделируемое предметное содержание и знаковая модель не только различаются, но и могут вступать во взаимодействие друг с другом, имитируя коммуникацию. Это достигается за счет того, что каждому понятию, концепту предметной области может быть поставлен в соответствие интеллектуальный программный агент [21]. Созданный элементный прототип подобной цифровой платформы строится, с точки зрения П.О. Скобелева [21], на основе следующего принципа. Применение интеллектуальных агентов (ИА) основных понятий позволит сделать их активными, способными проверять ситуацию, возникшую в ходе рассуждений ученика на экране, и рекомендовать действия как с физическими, так и абстрактными понятиями – решение любой задачи будет недетерминированным образом самоорганизовываться на экране во взаимодействии с учеником.

7. Образование в цифровой реальности

Подобная цифровая платформа позволяет моделировать не только предметное содержание данной дисциплины, но и организацию совместных действий участников коллективной работы. Это показано в исследованиях В.В. Рубцова [9,15,16,17,18] и в целой группе работ, выполненных под его руководством при освоении школьниками понятий различных разделов физики. В этих исследованиях различные формы организации совместных действий ставились в отношении к создаваемым физическим моделям – равномерное, равноускоренное и разноускоренное движение, характеристики магнитов и т.д.

Данные предложения продолжают разработки В.А. Жегалина и его группы (З.Т. Иванова, А.А. Третьяков, А. Нечипоренко) по представлению на компьютере процесса решения типовой математической задачи. Эти работы А.П. Ершов связал с попыткой моделировать процессы мышления при решении школьной задачи.

Вместе с тем введение мультиагентного подхода к созданию цифровой самоорганизующейся образовательной среды позволяет имитировать и моделировать процессы коммуникации как между участниками учебной ситуации, так и между понятиями. За понятиями закрепляются интеллектуальные агенты, понятия вступают в отношения друг с другом и с элементами ситуации. Эти отношения, с одной стороны, между самими понятиями, с другой стороны, между понятиями и элементами ситуации, могут интерпретироваться как моделирование коммуникации между участниками учебной ситуации. В этом случае участник занимает позицию определенного понятия или аспекта экспериментальной ситуации. Это позволяет проработать массу допущений, которые вводит модель или концепт в данной предметной области. Но вводятся также «цифровые двойники» учащихся и учителя, которые реализуют разные стратегии. Фиксируемыми отношениям на экране ставится в соответствие реальная живая коммуникация участников. При этом моделирующая деятельность в виде взаимодействия интеллектуальных агентов никогда не совпадает с реальной коммуникацией и коллективной деятельностью участников в учебной ситуации. При этом агенты ученика и преподавателя могут отслеживать, что происходит с самими актами действия и предлагать трансформацию самой структуры понятий.

В подобной цифровой платформе специально вводится язык схем для описания того, что происходит с актами мышления, как накапливаются, формализовываются и трансформируются операции мышления. Помимо моделирования выбранной предметной области, ученик еще моделирует само мышление и его акты. С точки зрения П.О. Скобелева [21], эти формализуемые процедуры не будут лежать «мертвым грузом», но будут иметь возможность далее в автоматическом режиме актуализоваться и применяться для разных ситуаций, что и должно позволить наращивать «интеллект» системы синхронно с обучением ученика. Для развития об-

шей теории ИИ это будет большой шаг к созданию систем, способных перепрограммировать самих себя на ходу и в ходе деятельности

Для создания такой платформы необходима переработка всего содержания образования на основе представления о структуре знания и об устройстве акта мышления (В.В. Давыдов [5]). Основу таких цифровых платформ представляют не цифры и вычисления, а схематизация актов мышления, действия, коммуникации, использование инструментов моделирования. Для решения этой задачи содержание каждого учебного предмета должно быть переработано в своеобразную таксономию знаний, представленную в виде семантической сети понятий и отношений между концептами. Должна также моделироваться, схематизироваться и описываться сама структура знаний в виде актов мышления в соответствии с теорией В.В. Давыдова [5] о строении мыслительного акта. Язык актов мышления отличается от предметного языка понятий данной области и от семантического графа, фиксирующего отношения важнейших концептов данной предметной области. Продвижение в разных предметных областях для учащегося является одновременно созданием персонализированной когнитивной системы искусственного интеллекта проработанных и освоенных актов мышления, схематизированных и представленных в специальных персональных кабинетах цифровой платформы.

Важнейшим условием работы учащегося на такой платформе является освоение метапредметного содержания и метапредметных организованностей: схем, знаний, задач, проблем, смыслов, ситуаций, привязанных к предметности, осваиваемой конкретной дисциплины. В условиях формирования когнитивных систем поддержки принятия решений, создания систем искусственного интеллекта, которые не отменяют живого человеческого мышления, но являются возможными инструментами мышления, заново возникает вопрос о предметных и метапредметных рамках, операциях мышления, обеспечивающего порождение и употребление знаний. Именно связь предметности и метапредметности процессов мышления задает содержательное направление процессов цифровизации образования.

Появились экспериментальные данные в исследовании О.В. Рубцовой [19], позволяющие утверждать, что успешней всего в дистанте работает тот, у кого сформированы метапредметные способности, связанные со схематизацией, пониманием, рефлексивным мышлением, позволяющие выходить за рамки предметных характеристик ситуации и видеть, чем коммуникация в условиях дистанта отличается от «живого» общения в ситуации, и какие характеристики ситуации оказываются представлены в гипертрофированной форме при работе в дистанте. Именно при подобном подходе участник дистантного образования способен за счет волевого и интеллектуального усилия восполнять отсутствующие компоненты – непосредственный визуальный контакт с другим человеком, его реакцию на сообщение и прочее, одновременно используя особенности дистанта –

7. Образование в цифровой реальности

фиксации любой коммуникативной реакции в виде отдельного сообщения. Данное обстоятельство требует дополнительного специального изучения для разработки принципиально новых дидактических единиц и методов работы педагога.

Очень важно различать модель, моделирующую систему и объект моделирования – определенный объект анализа или ситуацию. Необходимо понимать взаимоотношения и связи моделирующей системы и того, что изображается на компьютере и моделируется. То же самое происходит при освоении виртуальной реальности, дополненной реальности или смешанной реальности, когда человек работает с тренажером, имитирующим наладку сложного оборудования или хирургическую операцию на сердце. Но очень важно, чтобы человек, работающий с виртуализированным, специально созданным представлением, понимал, что моделируется за счет этого представления и какие важнейшие характеристики реального предмета действия не ухватываются и оказываются не представлены в системе данного виртуального (возможного) представления. Именно при сохранении подобной двуплановой ориентации, позволяющей различать моделирующую, виртуальную систему и моделируемую, например, реальную ситуацию действия и деятельности, у человека увеличивает мерность сознания и понимания. **Подобные двуплановые конструкции являются основой метапредметности действия.**

В противном случае, погружаясь в виртуальную систему как реальность, отождествляя виртуальную систему и реальность, человек «слепнет» и добровольно лишает себя возможности видеть реальный мир, погружая себя исключительно в область очень пестрых, но сумрачных для света разума наглядных картинок. С точки зрения новых возможностей моделирования процессов мышления и знания за счет когнитивной графики и схем, должна быть перестроена дидактика и методика преподавания. Речь не может идти о том, чтобы вставлять в имеющиеся цифровые платформы с заданным набором алгоритмов любой контент. Содержание образования, обеспечивающее освоение мышления и знания, определяет, как должна быть устроена цифровая платформа, позволяющая работать с моделированием самих процессов мышления, коммуникации и действия.

5. Выводы. Важнейшие направления исследований, обеспечивающих создание цифровой платформы школы будущего

Меры правительства по цифровизации образования требуют от научного трансдисциплинарного сообщества продуманного ответа на вопрос, какой тип цифровизации необходим. Совершенно разные подходы к цифровизации такой важнейшей сферы практики как образование приведут к кардинально отличающимся результатам. При одном подходе они могут способствовать развитию у школьников способностей понимания, мышле-

ния и формированию умения учиться и действовать в сложной современной цифровой среде и ситуациях неопределенности. При другом подходе они будут приводить к резкой примитивизации процессов образования, разрушению уровня организации учебных стратегий и снижению уровня организации субъектности учащихся, росту недоверия родительского сообщества к цифровым учебным практикам, еще большему снижению авторитета учителя и образования в обществе при одновременных астрономических тратах на оснащение институтов образования самыми современными устройствами, гаджетами и девайсами. Для выбора того или иного подхода к цифровизации необходимо разобраться, что за деятельность стоит за цифровизацией, что является ее целевыми ориентирами и каковы последствия проектируемой цифровизации.

Мы не случайно говорим о трансдисциплинарном подходе со стороны научного сообщества, поскольку для разработки современных действительно развивающих форм цифровизации необходимо, в том числе, создание совершенно новых научных предметов и дисциплин, позволяющих фундаментально исследовать и изучать, что происходит с системами знания, способностями, процессами мышления, знаками и схемами, сознанием учащегося, педагога, управленца при процессах цифровизации и введением новых цифровых систем в практику. Поскольку все эти образования (способности, знаки, знание, сознание) кардинально изменяются в процессах цифровых инноваций, опираться на старый научный багаж становится невозможно.

Основное направление новых исследований и разработок по созданию цифровой платформы для Российской школы будущего связано с анализом того, как в системах двухплановых деятельностей при помощи моделирующей и моделируемой деятельностей, имитирующей и имитируемой деятельностей, разыгрывающей и разыгрываемой деятельностей на разных возрастных этапах происходит освоение игры, учебной деятельности, исследования и проектирования.

Именно двухплановость специфических предметных действий, воспроизводящих ядерное отношение осваиваемой знаниевой системы, и действия моделирования было положено В.В. Давыдовым [5,3] в основу разработки деятельностного содержания образования.

Как эти двухплановые деятельности соотносятся и связываются друг с другом на основе мыслительных актов разной сложности и разной знаково-смысловой организации? Именно саморазвертывающиеся мыслительные акты в их целостности обеспечивают определенное смысловое подобие разыгрывающей и разыгрываемой деятельности с моделирующей и моделируемой, с имитирующей и имитируемой. Можно даже утверждать, что самостоятельные типы деятельности (игра, учеба, исследование и проектирование) при специальном их представлении на цифровой плат-

7. Образование в цифровой реальности

форме являются особыми интеллектуальными режимами работы с двуплановыми деятельностями.

Игровая деятельность – это есть активное без особых ограничений освоение разыгрываемой и разыгрывающей деятельности, а также деятельности управления самой организацией разыгрываемой и разыгрываемой деятельности.

Учебная деятельность предполагает четкое удержание фиксированного моделирующего отношения нового уровня для учащегося рассматриваемого предмета или моделируемой деятельности на основе предварительно заданной и не изменяемой структуры мыслительного акта.

Исследовательская деятельность предполагает поиск и смену моделирующего отношения на основе преобразования структуры мыслительного акта.

Наконец, **проектный режим** работы или проектная деятельность предполагает преобразование имитируемой, моделируемой, разыгрываемой коллективной деятельности на основе преобразования мыслительного акта, позволяющего выдвинуть замысел будущего действия. Возникает особая задача освоения всей сложной таксономии подобных режимов работы в цифровых средах платформы школы будущего.

Создание при построении подобной платформ открытой экосистемы – универсума операций для таксономий и типологий актов мышления в разных дисциплинах и знаниевых областях – является условием построения эволюционно наращиваемых когнитивных систем, которые необходимы при построении содержательных цифровых платформ. Поэтому разработка деятельностного содержания для всех периодов обучения в школе является одновременно обязательной работой при создании современных мультиагентных систем поддержки принятия решений на основе эмерджентного искусственного интеллекта нового поколения для управления системами разного уровня и разного типа (хозяйственными, военными, общественно-политическими).

Можно выделить следующие основные направления психолого-педагогических и логико-философских разработок цифровой образовательной платформы:

Типология актов мышления и соответствующих операциональных структур («каркасов» эмерджентных интеллектуальных актов) в процессах моделирования, имитационного моделирования, экспериментирования в разных предметных средах на основе разных исследовательских стратегий.

Типология актов мышления и их соотнесение с коммуникативными актами.

Типология актов мышления и соответствующих операциональных структур («каркасов» эмерджентных интеллектуальных актов) в процессах проектирования.

Типология актов мышления и соответствующих операциональных структур в игровых и учебных, учебно-игровых средах.

Типология операций мышления на основе анализа акта порождения модели у В.В. Давыдова [5] и схемы знаний Г.П. Щедровицкого [22,23] – операции отнесения, замещения, сопоставления, соотнесения, связывания в структурах разных знаково-символических языков.

Цифровой двойник учителя и ученика в системах эмерджентного искусственного интеллекта как способ изучения возможностей мышления, коммуникации и действия.

Программные агенты понятий и материальных элементов ситуации как средство моделирования и имитации живой мыслекоммуникации.

Литература

1. *Арсеньев А.С., Ильенков Э.В., Давыдов В.В.* Машина и человек, кибернетика и философия// [Ленинская теория отражения и современная наука. – М., 1966. С.263-284.](#)
2. *Выготский Л.С.* Мышление и речь. – М.: Лабиринт, 1999. – 352 с.
3. *Громыко Ю.В.* Метод В.В. Давыдова. – М.: Пушкинский институт, 2003. – 416 с.
4. *Громыко Ю.В., Рубцов В.В., Марголис А.А.* Школа как экосистема развивающихся детско-взрослых сообществ: деятельностный подход к проектированию школы будущего // *Культурно-историческая психология.* 2020. Т.16, № 1.
5. *Давыдов В.В.* Анализ структуры мыслительного акта // Доклады Академии педагогических наук РСФСР. 1960. №2.
6. *Давыдов В.В., Цветкович Ж.* О предметных источниках понятия дроби // *Психологические возможности младших школьников в усвоении математики.* – М., 1969.
7. *Давыдов В.В., Андронов В.П.* Психологические условия происхождения идеальных действий // *Вопросы психологии.* 1979, №5, с.50-51.
8. *Давыдов В.В.* Теория развивающего обучения. М.,1996. 544 с.
9. *Давыдов В.В., Рубцов В.В., Крицкий А.Г.* Психологические основы организации учебной деятельности, опосредствованной использованием компьютерных систем // *Психологическая наука и образование.* 1996. Т.1, №2.
10. *Колесникова К.* А зачет сдашь роботу. Как большие данные изменят школу // [Российская газета – Федеральный выпуск №107\(7865\).](#)
11. *Леонтьев А.Н.* Проблемы развития психики/ 4-е изд. – М.: Издательство МГУ, 1981. – 584 с.
12. *Пейперт С.* Переворот в сознании: Дети, компьютеры и плодотворные идеи/ Пер. с англ. под ред. А.В. Беляевой, В.В. Леонаса. – М.: Педагогика, 1989. – 224 с.
13. *Пиаже Ж.* Избранные психологические труды. – М., 1994.

7. Образование в цифровой реальности

14. *Пиаже Ж., Инельдер Б.* Генезис элементарных логических структур. Классификация и сериация/ Перевод с французского Э. Пчелкиной. – М.: Эксмо-Пресс, 2002. – 416 с.
15. *Рубцов В.В., Гузман Р.Я.* Психологическая характеристика способов организации совместной деятельности учащихся в процессе решения учебной задачи // Вопросы психологии. Сентябрь-октябрь 1983, №5, с.48-58.
16. *Рубцов В.В., Агеев В.В., Давыдов В.В.* Опробование как механизм построения совместных действий // Психологический журнал. 1985, №4, с.120-129.
17. *Рубцов В.В., Марголис А.А.* Компьютер как средство моделирования предметных учебных сред // Информатика и народное образование. 1987, №5, с.8-13.
18. *Рубцов В.В.* Социально-генетическая психология развивающего образования: деятельностный подход. – М.: МГППУ, 2008. – 416 с.
19. *Рубцова О.В.* Цифровые технологии как новое средство опосредования (Часть первая) // Культурно-историческая психология. 2019. Т.15, №3, с.117-124.
20. *Серль Дж.Р.* Что такое речевой акт?; Косвенные речевые акты; Классификация речевых актов // Новое в зарубежной лингвистике. – М., 1986. Вып. XVII.
21. *Скобелев П.О.* Онтологии деятельности для ситуационного управления предприятиями в реальном времени. Онтология проектирования. 2012, №1, с.6-38
22. *Щедровицкий Г.П.* О строении атрибутивного знания. Сообщения I-VI // Доклады АПН РСФСР. 1958, №1, 4; 1959. №1, 2, 4; 1960. №6.
23. *Щедровицкий Г.П.* Понимание и интерпретации схемы знания. 2005. <https://hr-portal.ru/article/gpshchedrovickiy-ponimanie-i-interpretacii-shemy-znaniya>
24. *Эльконин Д.Б.* Избранные психологические труды. Педагогика. – М. (1989).
25. *Engelbart D.C.* (2003) Improving Our Ability to Improve: A Call for Investment in a New Future. The IBM Co-Evolution Symposium. p.1-14.
26. *Grover S., Pea R.* (2018). Computational thinking: A competency whose time has come. In S. Sentance, E. Barendsen & C. Schulte (Eds.), Computer science education: Perspectives on teaching and learning (pp.19–38). London: Bloomsbury.
27. *Pea R.D., Sheingold K.S.* (1987) (Eds.). Mirrors of minds: Patterns of experience in educational computing. Norwood, NJ: Ablex. (In Computers and Cognition series, edited by John Black)
28. *Tennenbaum J.* Why AI isn't nearly as smart as it looks. <https://asiatimes.com/2020/06/why-ai-isnt-nearly-as-smart-as-it-looks/>