

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В ОБУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКОВ ФИЗИКЕ И МАТЕМАТИКЕ И ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ

М. А. Червонный

Томский государственный педагогический университет, Россия
mach@tspu.edu.ru

Работа выполнена в рамках госзадания
Министерства образования и науки РФ № 27.7237.2017/БЧ

Статья посвящена роли и функциям визуального мышления в контексте современного физико-математического образования. Визуальное мышление выступает неотъемлемой составляющей мыслительного процесса представителей точных и естественно-научных наук. В связи с этим, а также с возрастанием визуализации среды в учебной, профессиональной и личностной сферах деятельности человека, расширением информационных потоков современного мира, воздействующих на человека, актуализируется современная роль и возможности семиотических ресурсов математики и физики. Обозначены перспективы визуального моделирования с помощью математических и физических моделей, мысленного эксперимента для построения образов, рефлексии и последующего оперирования.

Исходя из анализа отечественной и зарубежной исследовательской литературы, автор соглашается с обоснованием и приводит собственные доводы о необходимости разработки расширенной теории и практики семиотической компоненты образования. Семиотика расширяет смысл как теоретической, так и практической части математического и естественно-научного образования.

В статье уделено внимание анализу разработок новых подходов реализации семиотической компоненты современного образования при обучении школьников и подготовке педагогов математического и физического профилей. Для обучения школьников это направление должно осуществляться посредством их включения в образовательные практики, основанные на реальных ситуациях профессиональной деятельности специалистов, занимающихся непосредственно математикой, физикой и их приложениями. Для педагогов подход основан на визуализации деятельности будущих педагогов в разрешении на практике проблем специально подобранных учебных профессионально ориентированных ситуаций. В этой связи выделены и обоснованы приоритетные направления развития семиотической компоненты для физико-математического образования.

На основе понятий визуального мышления, а также приведенного обоснования необходимости визуального моделирования в обучении школьников и соответствующей этому подготовки будущих педагогов выделены и рассмотрены два основных процесса становления педагога (которые являются и функциями его профессиональной деятельности): интериоризация и моделирование.

В статье представлен вариант систематизации семиотической компоненты компетенций профессиональной деятельности будущих педагогов физико-математического образования. Разработка семиотической компоненты компетенций профессиональной деятельности будущих педагогов приводится на таких элементах компетенции, как знания, умения, ценности и отношения, преобладающие способы реализации.

Освоение компетенций визуализации учебно-профессиональной информации будущими педагогами должно содействовать повышению качества их профессиональной подготовки, обеспечить их готовность к собственной образовательной деятельности в актуализированных региональных, в том числе инновационных, практиках, к проектированию эффективной учебной деятельности обучающихся в визуальном пространстве.

Ключевые слова: визуальное мышление, семиотические ресурсы, семиотический компонент компетенции педагога, обучение физике и математике, моделирование, мысленный эксперимент.

VISUALIZATION IN TEACHING MATHEMATICS AND PHYSICS FOR SCHOOLCHILDREN AND IN TRAINING FUTURE TEACHERS

Mikhail Chervonnyy

Tomsk State Pedagogical University, Russia
mach@tspu.edu.ru

The paper discusses the role and functions of visual thinking within the context of modern education in physics and mathematics. Visual thinking is an intrinsic part of the thinking process of the work of specialists in the fields of exact and natural sciences. In connection with this, with the increase of environment visualization in the learning, professional and personal human activities, and with the growth of information flows and their impact on people, the modern role and possibilities of semiotic resources of mathematics and physics become of considerable relevance. The paper delineates the prospects of visual modeling with the help of mathematical and physical models, and of mental experiment in developing images, reflecting on them and subsequent operating them.

On the basis of the analysis of Russian and foreign literature and arguments developed by the author, the paper substantiates the necessity of the development and extension of the theory of the semiotic component of education and its implementation. Semiotics expands the meaning of both theoretical and practical parts of mathematical and natural science education.

The paper focuses on the analysis of the development of new approaches to the implementation of the semiotic component of modern education in teaching schoolchildren and in training teachers of mathematical and physical specializations. In teaching schoolchildren, the component is to be implemented by means of their inclusion into educational practices based on real situations appearing in professional activity of specialists working directly in the fields of mathematics, physics and in the spheres of their application. The approach to teachers' training is based on visualizing their future professional activities in practical resolving problems within selected training situations. In connection with this, the author identified and substantiated the priority directions of the development of the semiotic component in physical and mathematical education.

Dwelling on the concepts of visual thinking and on the provided grounding of the necessity of visual modeling in teaching schoolchildren and the relevant teachers' training, the author identified and considered two basic processes in becoming a teacher (which are also the teacher's professional activity functions): interiorization and modeling.

The paper presents a variant of systematization of the semiotic component of the future physics and mathematics teachers' competencies in their professional activities. The development of this semiotic component concerns such elements of competencies as knowledge, skills, values and attitudes, prevailing ways of performance.

Mastering the competence of educational-professional information visualization by future teachers is to facilitate the increase of the quality of their training, to ensure their ability to perform educational activities in actualized regional practices, including innovative ones, and to design effective learning activities of their students in the visual space.

Keywords: visual thinking, semiotic resources, semiotic component of the teacher's competency, teaching physics and mathematics, modeling, mental experiment.

DOI 10.23951/2312-7899-2018-4-235-250

Преподаватели и учителя, работающие в области математики и физики, тратят значительное время на целенаправленный поиск эффективных методов коммуникации с обучающимися и эффективных методов освоения ими материала. Найти действенный и оптимальный по времени метод – залог качественного образования в сфере физико-математических наук. Одним из перспективных универсальных методов коммуникации и освоения содержания знания и методологии этих дисциплин, ориентированным на понимание

сложных физических и абстрактных математических объектов, является визуализация. Такой метод исходит из сути естественных и точных наук и основывается на визуальном мышлении, визуальной семиотике, в то же время обоснование его универсальности в рамках социогуманитарных практик все чаще выходит за их пределы [Мелик-Гайказян 2017; Аванесов 2014].

Визуальное мышление трактуется в психологии как способ работы с «образом мира», не разделенным на отдельные идеи, а созданным из целостных визуальных образов при помощи визуального мышления и визуальных операций [Makarova 2016, 621–622]. Мы разделяем мнение В. А. Далингера, который подчеркивает особое значение проблемы реализации принципа наглядности в обучении математике посредством получения принципиально нового решения, основанного на необходимости развития и использования потенциала визуального мышления субъектов образовательного процесса [Далингер 2011, 298]. Вместе с тем ограничение на применение визуальной семиотики как одного из возможных подходов в обучении естественным наукам и математике должно быть снято. Теоретическое осмысление формирования и развития визуального мышления в физико-математическом образовании требует учета современных представлений разных наук о семиотических ресурсах и их использовании в мыслительной деятельности.

Значимость указанного мыслительного процесса для понимания предметов, событий и мира объяснил Рудольф Арнхейм [Арнхейм 1981, 100]: «Мышление занимается предметами и событиями известного нам мира. Поэтому в процессе мышления эти предметы и события должны присутствовать и быть объектами действия. Если они присутствуют реально, то мы можем воспринимать их, думать о них, пользоваться ими. По сути дела, обращение с предметами – это мышление руками».

Средства визуального мышления часто используются в фундаментальных науках. Так, известный физик Ричард Фейнман однажды осознал, что мысли могут быть не только вербальными, но и визуальными. До этого он предполагал, что мышление это «способность использовать слова для продвижения идеи в голове», не более чем разговор с собой [Оакли 2016, 182]. Осознание визуального характера мышления существенным образом помогло Фейнману в годы работы над так называемым Манхэттенским проектом, программой американского правительства по созданию атомной бомбы [Роэм 2012, 88]. Такой подход позволил ученому создать известные авторские диаграммы, визуальный язык которых до сих пор

используется при описательном моделировании субатомных частиц.

Возрастает интерес зарубежных и отечественных исследователей к вопросам, посвященным уточнению роли визуализированного мышления в образовании, а также к изучению возможностей семиотических ресурсов визуализации содержания точных и естественных наук в непрерывном образовательном процессе и для визуализации содержания педагогической деятельности. Интерес к визуализированному мышлению в образовании вызван высокой скоростью роста информационных потоков, воздействующих на человека в современном мире, что существенно снижает способность человека воспринимать фактические данные о внешнем мире и его процессах с использованием иных форм и методов [Makarova, Makarova, Varaks 2017, 66].

Так, семиотика расширяет роль смыслообразующей компоненты как теоретической, так и практической части математического и естественно-научного образования [Vile 2009, 87–102; Danielsson 2016, 89–95]. В отношении математического образования обсуждаются вопросы интеграции языка, математической символики и образов в математических текстах и природы разговорного языка в математических классах и связанных с ними трудностей [O'Halloran 2015, 63–74]. Происходит переход от описания смешанного опыта «семиотического» преподавания естествознания, включающего использование действия, речи, письма, предметных картинок, графиков и диаграмм к описанию иных подходов. Внимание концентрируется на способах применения семиотических ресурсов, в том числе на основе языковых, для представления конкретной научной концепции, передачи ее значения в разных логиках (например, атом как динамическое или статистическое представление, свет как корпускулярное или волновое явление и т. п.) [Danielsson 2016, 92–98].

Глубинную семиотическую сущность образовательной системы (в логике законов самоорганизации) раскрывает И. В. Мелик-Гайказян, определяя ее как информационную систему «в которой разворачиваются все стадии информационного процесса – от генерации информации в создании наукой нового знания до тиражирования результатов работы оператора в подготовке ее выпускников; структурные уровни образовательной системы задают каналы трансляции информации, характер которых определяют каналы коммуникаций, распределяющих роли субъектов образования; семиотическая сущность образования определяет последовательность этих уровней от догматики до творчества [Мелик-Гайказян 2014, 22]».

Приведенные доводы трех оснований семиотической сущности образования позволяют нам, двигаясь вслед за автором этой концепции, составить собственные фильтры для дополнительной четкости очертаний иной «гуманитарной» системы измерения социокультурного феномена системы образования и принять их как методологический вариант моделирования образовательных уровней, применения количественных измерений на основе характеристик информации.

Утверждаемая семиотическая сущность эволюционирующего образования определена его онтологией [Мелик-Гайказян 2014, 25], что, по сути, является более справедливым, чем обоснование и реализация семиотического образования как возможного компонента или возможного подхода к образованию вообще, обучению физике и математике в частности [Тарасенкова 2010; Далингер 2011; Акуленко 2013]. В логике этого утверждения и рассуждений об истории (в том числе новейшей) знаково-символических средств физико-математического знания *визуализация* – ключевой процесс в обучении школьников физике и математике и подготовке будущих учителей как семиотическая компонента физико-математического образования является имманентным ему, она должна быть системно и последовательно реализуема с учетом новых сфер приложения и интеграции как самих точных и естественных наук, так и интеграции уровней инженерного и физико-математического образования в целом.

В построении важнейших дополнений теории визуальной семиотики физико-математического образования нам представляются приоритетными два направления:

- проектирование процесса освоения школьниками и будущими учителями визуального моделирования посредством семиотических ресурсов (математическое моделирование, мысленный эксперимент, идеальные объекты и другое) на актуализированных примерах конструктивной профессиональной деятельности;
- создание и реализация семиотической компоненты как имманентной составляющей компетенции профессиональной деятельности будущего учителя математики и физики.

1. *Проектирование процесса освоения школьниками и будущими учителями визуального моделирования посредством семиотических ресурсов (математическое моделирование, мысленный эксперимент, идеальные объекты и другое) на актуализированных примерах конструктивной профессиональной деятельности.*

Проектирование процесса освоения школьниками и будущими учителями визуального моделирования посредством семиотических ресурсов актуализируется следующими факторами.

Во-первых, нарастают процессы, связанные с цифровизацией деятельности человека в экономике, образовании, профессии и личном пространстве, которые требуют успешного применения тактического и стратегического планирования и реализации деятельности субъекта, исходя из его математического представления (умения моделировать), возникающей для субъекта проблемной ситуации (ее понимания, представления и разрешения) посредством семиотических мыслительных операций.

Во-вторых, в профильном обучении в школе и вузе, связанном с точными и естественными науками, особую роль для старшеклассников и студентов младших курсов в силу возраста приобретает их включение в практики взрослых, занимающихся реальными проблемами математики, зачастую практико-ориентированными, решение которых зависит от семиотических ресурсов мышления ученого-математика, ученого инженера [Червонный 2017 а, 200–201].

В-третьих, в настоящее время математическое моделирование (профессиональное, учебное, личностное), применяемое в разных сферах человеческой деятельности, связано с применением и развитием компьютерных наук (Computer Science), что требует построения значительного числа математических моделей посредством визуализируемого математического мышления.

Создание логического подобия и плана разрешения проблемной ситуации позволяет осуществить визуальную модель, построенную с помощью языка, символов и образов математики. Образовательная практика создания учебных проблемно-ориентированных ситуаций и построения моделей их разрешения на семиотических ресурсах математики, начатая в 90-х годах, активно развивается сейчас [Ефимов и др. 1994; Ермаков и др. 2017]. В обучении же физике использование аналогий, моделей и мысленного эксперимента является важнейшим компонентом образовательного процесса, обеспечивающим четкие представления образа как видимых, так и невидимых глазу физических объектов, процессов и явлений.

При моделировании в физике исследуемый объект и его модель должны обладать схожестью, которая сводится к подобию физических характеристик, одинаковости функций, реализуемых моделью и объектом, математического описания объекта и модели [Самарский, Михайлов 2005, 7–8]. В обучении физике в школе актуализируются практики целенаправленного обучения моделированию на

основе использования элементов семиотического подхода [Комаров 2014].

Перейдем к мысленному эксперименту, область применения которого расширяется не только на протяжении истории всего естествознания [Щетников 1993], но и распространяется на сферу всего современного когнитивного знания [Кретов 2014, 39]. Обратимся к понятию мысленного эксперимента, применяемому в методологии науки, в которой дается более широкая его трактовка, по сравнению с методикой преподавания физики и математики, определяющей мысленный эксперимент как один из нескольких мыслительных приемов в обучении школьной физике. В одном аспекте мысленный эксперимент рассматривается как мысленный процесс, представляющий план будущего реального эксперимента, а в другом – как особый вид мыслительной деятельности, при которой не только продумывается ход реального эксперимента, но и осуществляется комбинация мыслительных образов, которые в действительности вообще не могут быть реализованы [Стёпин, Абушенко, Годдберг 2018]. Становится справедливой постановка гипотезы П. В. Кретова: «Если в качестве граничного условия для мысленного эксперимента постулировать традиционную формулу “а что, если...” и предположить, что в его основе лежит механизм языковой метафорики, сводимый к философии символа, к концепту символа (в предельно широкой типологии: от художественного до философского; от вербального до визуального или пластического и т. д.), то допустимо заключить, что мысленный эксперимент имманентен человеческой рефлексии и, можно сказать, является таким “человеческим, слишком человеческим” (Ф. Ницше), которое представляет сущность человека, его природу» [Кретов 2014, 49].

Таким образом, успешно оперировать при обучении математике абстрактными математическими объектами, четко мысленно представлять объекты, системы и процессы с помощью моделей, аналогий и мысленного эксперимента при обучении физике становится возможным посредством развитого визуального мышления (мышления, производимого посредством визуальных зрительных операций [Арнхейм 1981, 98]).

2. Создание и реализация семиотической компоненты как имманентной составляющей компетенции профессиональной деятельности будущего учителя математики и физики.

Представляется актуальным выделение системной семиотической компоненты компетенции профессиональной деятельности будущего учителя математики и физики. Прецеденты выделения

семиотической составляющей связаны, как правило, с обоснованием только методической компетенции и рассмотрением ее содержания в методической деятельности будущего учителя математики [Акуленко 2013]. Так, с целью закрепления математического и методического содержания в процессе применения готовых и создания собственных методических объектов профессиональная деятельность учителя математики подразумевает реализацию им разных видов знаково-символической деятельности, среди которых выделяют: *замещение, кодирование (декодирование), схематизацию и моделирование*. Каждый из перечисленных видов деятельности отражает аспекты семиотической компоненты компетенций будущего педагога.

Семиотическая компонента как имманентная составляющая компетенций профессиональной деятельности будущих педагогов физико-математического образования очень важна. В этом контексте развитие и использование потенциала возможностей визуализированного мышления направлено не только на обработку содержания наук и развитие визуального мышления учащихся, но и на семиотическое сопровождение всей профессиональной деятельности педагога. Так, процесс визуализации А. А. Вербицкий [Вербицкий 1991, 110] понимает как свертывание мыслительных содержаний, включая разные виды информации, в наглядный образ, который, будучи воспринят, может быть развернут и служить опорой адекватных мыслительных и практических действий.

Усвоение и запоминание новой информация происходят эффективнее тогда, когда знания и умения «запечатлеваются» в системе визуально-пространственной памяти [Блейк, Пейп, Чошанов 2004, 88], а это означает, что быстрее и качественнее усваивать новые знания и работать с ними позволяет представление учебного материала в структурированном виде.

Вместе с тем значимость визуальной информации в высшем образовании, в том числе в подготовке педагогов, важна не только с точки зрения ее усвоения и запоминания. Любая форма визуальной информации содержит различные элементы проблемности, исходя из чего, процесс визуализации способствует созданию проблемных ситуаций, разрешение которых проводится на основе анализа, синтеза, обобщения, свертывания или развертывания информации, т. е. с включением мыслительной деятельности [Вербицкий 1991, 110–111]. Базой для визуального мышления выступает наглядно-действенное и наглядно-образное мышление, в котором при построении подобия предметно-практических

и чувственно-практических действий свойствам объектов формируются внешние перцептивные действия [Головин 1998, 247]. В дальнейшей логике происходит процесс оптимизации этих действий и их интериоризация. Исходя из этих трактований визуального мышления, а также приведенного ранее обоснования необходимости визуального моделирования в обучении школьников физике и математике и соответствующей этому подготовке будущих педагогов, выделим два основных процесса становления педагога (которые являются и функциями его профессиональной деятельности): *интериоризацию и моделирование.*

1) *Интериоризация.*

Интериоризация в процессе становления педагога является важнейшим переходным аспектом от учебно-профессиональной к профессиональной деятельности. Принципиальную трактовку понятие интериоризации получило в культурно-исторической теории Л. С. Выготского, где оно рассматривается как преобразование внешней предметной деятельности в структуру внутреннего плана сознания. Выготский излагал: «Для нас (теперь) основное – движение смыслов»; «Мысль есть внутренний опосредованный процесс»; «Семический анализ есть единственный адекватный метод изучения системного и смыслового строения сознания» [Выготский 1982, 161, 162, 166]. Характеризуя на этих основаниях поэтапное понимание Выготским системной и динамической организации высших психических функций, Т. В. Ахутина [Ахутина 2004, 43] приводит следующие ключевые слова: 1-й этап – психология поведения, опосредованно, знак; 2-й – высшие психические функции, функциональные новообразования, значение; 3-й этап – вершинная психология, семический анализ, смысл. Очерчивается перемещение фокуса внимания Выготского от «знака» к «значению» и к «смыслу». Таким образом, для Выготского и новой психологической теории психолингвистические или семиотические понятия оказались столь важными. Выделим два важных аспекта интериоризации, на которые впервые обратил внимание Выготский.

Во-первых, указан социальный характер возникновения высших психических функций и роль в их генезе опосредования (опосредствования) использования психологических орудий (знаков). Выготский использует понятие «вращивание приема»: сначала психологические орудия (знаки) повернуты к партнеру, далее они поворачиваются на себя и превращаются во внутренние средства.

Во-вторых, подчеркнута важность включения ребенка и взрослого в совместную деятельность и использования социальных

стимулов-средств для перехода от социального коллективного к индивидуальному, социально субъектному.

Исходя из взятых выше положений, учебно-профессиональная деятельность будущего педагога, организуемая на семиотических ресурсах точных и естественных наук как совместная деятельность в профессиональных отношениях «педагог-наставник – будущий педагог» и в образовательных отношениях «будущий педагог – ученик» в специальном интегрированном образовательном пространстве вуза, изменяется в процессе решения специально заданных учебных профессионально ориентированных ситуаций [Червонный 2017 b, 17–21]. Важнейшим ее продуктом является преобразование профессиональных ситуаций будущим педагогом, моделирование им своей лично-профессиональной структуры – системы образцов профессионального поведения, освоенных, интериоризированных студентом и структурированных им на основе субъектной значимости.

2) Моделирование.

Моделирование в компетентностно-ориентированной системе подготовки будущих педагогов выступает прежде всего как ведущий вид профессиональной деятельности. Рассматривая его как основной вид знаково-символической деятельности, являющийся ключевым для педагогических компетенций, профессиональных функций и действий, отмечаем его познавательную, творческую, ценностную направленность и связь со всеми элементами компетенции: знаниями, умениями, ценностями и отношениями, преобладающими способами реализации.

Представим совокупность разработанных направлений семиотической компоненты компетенции будущего педагога, определяемую как общую готовность и способность к:

- ознакомлению обучающихся со знаково-символическими средствами естественно-научной картины мира;
- выведению обучающихся в рефлексивную позицию;
- формированию визуализированного мышления;
- отражению в образовательном пространстве визуализированного мышления взрослых, занимающихся физикой, математикой и их приложениями (инженерия, техническое моделирование, компьютерное моделирование, математическое моделирование).

Построение совокупности направлений семиотической компоненты компетенции будущего педагога проводится нами построчно по четырем элементам компетенции, а именно: знания, навыки, отношения и ценности, преобладающий способ реализации.

Приведем иллюстрации данной совокупности на отдельных элементах структуры семиотической компоненты компетенций педагога.

1. Готовность и способность к ознакомлению обучающихся со знаковыми средствами естественнонаучной картины мира.

Знание.

Генезис знаково-символических средств науки. Разрывы в деятельности как ситуация генезиса знаково-символических средств. Типология разрывов: трансформация объекта, разрыв в средствах деятельности, разрыв в смыслах деятельности. Этапы становления знаково-символических средств: семиотический объект, знак.

Идеальные объекты. (На примере геометрии). Формирование первых идеальных объектов (чертежей евклидовой геометрии). Геометрический характер решения задач вавилонской математики. Реконструкция оснований мышления вавилонских математиков.

Моделирование в науке. Типы моделей: предметные, образные (иконические), знаковые, символические (математические). Типы моделирования: моделирование-идеализация (означивание), моделирование-конкретизация (опредмечивание). Модель – посредник между теорией и практикой.

Мысленный эксперимент. Как метод опровержения подтверждения научной теории, как метод обоснования (доказательства) теоретического закона. Исторические мысленные эксперименты (примеры мысленных экспериментов Стевина: «Равновесие балки», «Равновесие тела в жидкости»).

2. Готовность и способность к выведению обучающихся в рефлексивную позицию.

Умения:

- педагог подбирает соответствующие словесные конструкции (системы вопросов, побудительных предложений) для рефлексии обучающимися содержания, процесса и результатов своей учебно-познавательной деятельности;
- конструирует различные словесно-графические коды для фиксации результатов рефлексии;
- выделяет этапы и конструирует обобщенную схему деятельности по выведению учащихся в рефлексивную позицию;
- моделирует отдельные этапы урока, проблемные ситуации, которые способствуют рефлексии учеником содержания, процесса, результатов обучения и эмоционального настроения.

3. Готовность и способность к формированию визуализированного мышления.

Отношения и ценности:

- направленность целей в деятельности педагога на создание субъектно значимого смысла овладения визуализированным мышлением;
- учет и привнесение предметно значимых приоритетов опыта визуального мышления ученых из истории наук;
- согласованность субъектно и предметно значимых приоритетов в целях овладения визуализированным мышлением обучающимися;
- плюсы и минусы создания симулякров в профессиональной деятельности учителя, ученого, учащегося.

4. Готовность и способность к отражению в образовательном пространстве визуализированного мышления взрослых, занимающихся физикой, математикой и их приложениями (инженерия, техническое моделирование, компьютерное моделирование, математическое моделирование).

Преобладающие способы реализации.

Проведение игр и компетентностных олимпиад (теория и практика создания математических моделей через отражение практики специалистов): создание математических моделей по направлениям: логистика, экономика, игры, погода, космические полеты, социальные модели поведения людей (выборы, движение людей в транспортных потоках и другое), исторические математические задачи и другое.

Проведение мастер-классов и популярных лекций визуализации для школьников. Привлечение к проведению для обучающихся популярных визуализирующих лекций профессиональных математиков, физиков и инженеров. Ознакомление с созданием конкретных математических и реальных моделей (прототипов устройств).

Таким образом, освоение компетенций по системной визуализации учебно-профессиональной информации должно содействовать повышению качества профессиональной подготовки будущих учителей, обеспечивающей их готовность к собственной инновационной образовательной деятельности в актуализированных региональных практиках, к проектированию эффективной учебной деятельности обучающихся в визуальном пространстве.

Возникает потребность в педагогическом сопровождении процесса учебно-профессиональной деятельности будущих педагогов научно обоснованной системой требований к выполнению различных видов знаково-символической деятельности. Одно из важных направлений нашего исследования связано с поиском новых способов

использования семиотических ресурсов, создания нового визуализированного пространства становления педагога и педагогического сопровождения с учетом интеграции систем высшего и дополнительного образования [Червонный 2017 а].

БИБЛИОГРАФИЯ

- Аванесов 2014 – *Аванесов С. С.* Что можно называть визуальной семиотикой? // ПРАЭНМА. 2014. Вып. 1. С. 10–22.
- Акуленко 2013 – *Акуленко И. А.* Семиотический компонент методической компетенции будущего учителя математики // Вестник Брянского государственного университета. 2013. № 1 (2). С. 74–76.
- Арнхейм 1981 – *Арнхейм Р.* Визуальное мышление // Хрестоматия по общей психологии / Под ред. Ю. Б. Гиппенрейтер, В. В. Петухова. Москва, 1981. С. 97–107.
- Ахутина 2004 – *Ахутина Т. В. Л. С.* Выготский: культурно-исторический и естественно-научный подходы к интериоризации // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2004. № 3. С. 41–56.
- Блейк, Пейп, Чошанов 2004 – *Блейк С., Пейп С., Чошанов М. А.* Использование достижений нейропсихологии в педагогике США / Пер. с англ. // Педагогика. 2004. № 5. С. 85–90.
- Вербицкий 1991 – *Вербицкий А. А.* Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. Москва, 1991.
- Выготский 1982 – *Выготский Л. С.* Собрание сочинений: в 6 т. Том 1. Москва, 1982.
- Головин 1998 – *Словарь практического психолога* / Сост. С. Ю. Головин. Минск, 1998.
- Далингер 2011 – *Далингер В. А.* Обучение математике на основе когнитивно-визуального подхода // Вестник Брянского госуниверситета. 2011. № 1. С. 297–303.
- Ермаков и др. 2017 – *Ермаков С. В., Попов А. А., Аверков М. С. и др.* Развитие математического мышления в практиках открытого образования. Москва, 2017.
- Ефимов и др. 1994 – *Ефимов В. С., Лаптева А. В., Ермаков С. В. и др.* Возможные миры или создание практики творческого мышления: пособие для преподавателей. Москва, 1994.
- Комаров 2014 – *Комаров Б. А.* Элементы семиотического подхода в моделировании при обучении физике в современной школе // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5 [Элек-

- тронный ресурс]. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14697> (дата обращения: 20.06.2018).
- Кретов 2014 – *Кретов П. В.* Символика мысленного эксперимента: философско-антропологический аспект // *Философские проблемы информационных технологий и киберпространства*. 2014. № 1. С. 33–51.
- Мелик-Гайказян 2017 – *Мелик-Гайказян И. В.* Парадокс профана: характеристика времени доминирования визуального символизма // *ПРАЕНМА*. 2017. Вып. 4. С. 49–64. DOI: 10.23951/2312-7899-2017-4-49-64
- Мелик-Гайказян 2014 – *Мелик-Гайказян И. В.* Семиотика образования, или «Ключи» и «отмычки» к моделированию образовательных систем // *Идеи и Идеалы*. 2014. № 4. Т. 1. С. 14–27. DOI: 10.17212/2075-0862-2014-4.1-14-27
- Оакли 2016 – *Оакли Б.* *Думай как математик. Как решать любые задачи быстрее и эффективнее* / Пер с англ. Москва, 2016.
- Роэм 2012 – *Роэм Д.* *Бла-бла-бла. Что делать, когда слова не работают* / Пер. с англ. Москва, 2012.
- Самарский, Михайлов 2005 – *Самарский А. А., Михайлов А. П.* Математическое моделирование. Идеи, методы, примеры. Москва, 2005.
- Стёпин, Абушенко, Голдберг 2018 – *Стёпин В. С., Абушенко В. Л., Голдберг Ф. И.* Эксперимент мысленный // *Центр гуманитарных технологий [Электронный ресурс]*. Режим доступа: <http://gtmarket.ru/concepts/7006> (дата обращения: 22.06.2018).
- Тарасенкова 2010 – *Тарасенкова Н. А.* Реализация семиотического подхода в математическом образовании // *Synergetics and Reflection in Mathematics Education*. September 10–12, 2010, Vachinovo, Bulgaria. С. 307–313.
- Червонный 2017 а – *Червонный М. А.* Дополнительное физико-математическое образование как условие развития одаренности детей // *Вестник Томского государственного университета*. 2017. № 425. С. 198–202. DOI: 10.17223/15617793/425/26.
- Червонный 2017 б – *Червонный М. А.* Наставничество в построении концепции педагогического сопровождения будущих педагогов в интеграционных процессах систем высшего педагогического, общего и дополнительного образования // *Научно-педагогическое обозрение*. 2017. Вып. 3. С. 16–23. DOI: 10.23951/2307-6127-2017-3-16-23
- Щетников 1993 – *Щетников А. И.* Мысленный эксперимент и рациональная наука: Пособие для преподавателей физики в средней школе. Москва, 1993.

- Danielsson 2016 – *Danielsson K.* Modes and meaning in the classroom – The role of different semiotic resources to convey meaning in science classrooms Kristina Danielsson // *Linguistics and Education*. 2016. Vol. 35. P. 88–99. URL: <https://doi.org/10.1016/j.linged.2016.07.005> (дата обращения: 19.06.2018).
- Макарова 2016 – *Макарова Е. А.* Visual Culture in Educational Environment and Innovative Teaching Technologies // *Universal Journal of Management*. 2016. No. 4 (11). P. 621–627. URL: <http://www.hrpub.org> (дата обращения: 21.06.2018). DOI: 10.13189/ujm.2016.041104
- Макарова, Макарова, Varaks 2017 – *Макарова Е. А., Макарова Е. Л., Varaks А. М.* Education process visualization in metacognition development and sustainability // *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*. 2017. Vol. 5. No. 2. P. 65–74. URL: <http://www.ijcrsee.com> (дата обращения: 21.06.2018). DOI:10.5937/IJCRSEE1702065A
- О’Halloran 2015 – *О’Halloran K. L.* The language of learning mathematics: A multimodal perspective // *The Journal of Mathematical Behavior*. 2015. No. 40. P. 63–74. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2014.09.002> (дата обращения: 19.06.2018).
- Vile 2009 – *Vile A.* What can semiotics do for mathematics Education // *Advances in Mathematics Education*. 2009. P. 87–102. URL: <https://doi.org/10.1080/14794809909461548> (дата обращения: 20.06.2018).

Материал поступил в редакцию 24.08.2018