

КОНЦЕПЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. В статье на основании историко-генетического анализа предложена концепция перспективно-инновационной образовательной среды общего среднего математического образования.

Ключевые слова: историко-генетический анализ, образовательная среда, перспективно-инновационная информационно-образовательная среда (ПИ ИОС), предметная (математическая) образовательная среда.

E.N.Roganovskaya, Mogilev, Republic of Belarus

CONCEPTION OF EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF MATHEMATICAL EDUCATION

Abstract. In the article the conception of prospective-innovative educational environment of general secondary mathematical education is proposed on the basis of historical-genetic analysis.

Keywords: historical-genetic analysis, educational environment, prospective-innovative information-educational environment (PI IEE), subject (mathematical) educational environment.

Первоначальные определения. Под *образовательной средой* (индивидуальной, корпоративной, глобальной) нами понимается окружение субъекта, группы субъектов, всей совокупности субъектов некоторыми педагогическими системами, которое своими условиями и средствами оказывает целенаправленное воздействие на субъекты, обеспечивая достижение образовательных целей.

Содержание понятия «образовательная среда» раскрывается в той или иной концепции данного понятия. Исходными требованиями к концепции являются инновационность, перспективность и устойчивость развития образовательной среды. Образовательную среду, обладающую этими качествами, будем называть *перспективно-инновационной*.

Концепция ПИ ИОС призвана ответить на главный вопрос «ЧТО ТАКОЕ ПИ ИОС?» и является теоретической и методологической основой для решения следующего важного вопроса «КАК ПРОЕКТИРОВАТЬ ПИ ИОС?».

Под *субъектами* понимаются учащиеся, для которых создается образовательная среда, и все лица, участвующие в её создании (ученые, организационно-управленческие структуры, педагоги-практики). Главным субъектом, непосредственно конструирующим образовательную среду, является учитель.

Некоторые данные историко-генетического анализа. 1. Объективно образовательная среда возникла в давние времена, с начала возникновения организованного обучения. Источником возникновения служит образовательная практика. Теоретически данное понятие стало осмысливаться значительно позже. Большое влияние на этот процесс оказывало возрастание массовости образования, социальные условия, менталитет общества, материально-техническое обеспечение и т.д.

2. В педагогике образовательная среда чаще ассоциируется с понятием воспитательной среды. Теория учебных предметов в контексте образовательной среды остается не разработанной до сих пор.

3. Даже в современной педагогике теории образовательной среды уделяется мало внимание (обычно на уровне отдельных терминологических упоминаний внешней и внутренней сред). Обходятся понятием образовательного процесса, рассматривая его как наиболее крупную педагогическую категорию. На самом деле это не так. Образовательный процесс, безусловно, является главным, но не единственным компонентом образовательной среды. Оптимизация образовательного процесса невозможна без оптимизации образовательной среды, выступающей в качестве наиболее крупного целого.

4. Образовательная среда характеризуется многообразием, лежащим в основе устойчивости. Многообразие образовательной среды создается всеми её компонентами и, прежде всего, многообразием, заложенным в образовательный процесс – многообразием его целей, содержания, средств, методов и форм. Многообразие должно быть организованным, научно обоснованным, востребованным на практике.

5. Одно из ранних направлений формирования понятия образовательной среды связано с возникновением различных типов школ и соответствующих им учебников. В этой связи можно отметить вклад Л.Ф. Магницкого (1669–1739), учебник которого по арифметике М.В. Ломоносов назвал «вратами учености». Это направление остается актуальным и по настоящее время. Возрастало многообразие технических средств обучения. С устареванием одних средств, появлялись средства более высокого уровня. В настоящее время актуальной является компьютеризация образовательного процесса.

6. Труднее всего подвергался изменениям догматический стиль обучения, репродуктивная деятельность учащихся. Развитие креативных (творческих) качеств учащихся, как правило, не поддерживается в традиционном обучении, и это не содействует формированию целостной образовательной среды и тем более среды, обладающей признаками перспективности, инновационности и устойчивости.

7. Школьный учебник – основное средство обучения, в котором фокусируются все особенности используемой в данный момент образовательной среды. В этом смысле какова образовательная среда – таков и учебник. Постоянная критика учебников не приводит к существенному их совершенствованию по той причине, что ее надо направлять, прежде всего, в адрес самой образовательной среды. Аналогичный вывод относится к культивируемому на практике уроку.

8. Попытка теоретического осмысления образовательной среды принята в 20–30-х годах прошлого столетия (М.Я. Басов, А.Г. Калашников,

Н.В. Крупенина, А.С. Макаренко, С.Т. Шацкий, В.Н. Шульгин и др.). Как отмечается в работе [5], предложенные концепции обладают развитым категориальным аппаратом, методологические принципы получили в них адекватное выражение и намного опередили свое время. Значительную роль сыграли концепции А.Г. Калашникова и А.П. Пинкевича, хотя среда не получила в них достаточного теоретического развития: среда представлялась источником развития личности, но само понимание среды оставалось преимущественно механическим, роль ученика сводилась к приспособлению к воздействиям среды, среда и личность противопоставлялись. Теоретическая новизна присуща также исследованиям среды В.Н. Шульгина и М.В. Крупениной, которые, к сожалению, обладали серьезными методологическими просчетами: преувеличивали роль стихийных влияний среды, методологические принципы искажали реальную картину педагогических явлений, пропагандировали идею отмирания школы. Критическое осмысление исследований этого периода представляет интерес и в наше время.

9. Современный период развития теории образовательной среды. Общая концепция информационной среды, впервые предложена Ю.А. Шрейдером, который справедливо рассматривал информационную среду не только как проводник информации, но и как активное начало, воздействующее на ее участников. XXI век характеризуется интенсивным развитием современных аппаратно-программных средств передачи и обмена информацией, имеющих ту или иную перспективу применения в образовательном процессе: электронная почта, средства мгновенного обмена сообщениями, видеоконференции, веб-форумы, блоги. Разрабатывается концепция «облачной» информатизации образования (в Республике Беларусь – С.В. Абламейко, Ю.В. Воротницкий, А.Н. Курбацкий, Н.И. Листопад, Е.В. Олизарович и др.). Претерпевает изменение трактовка понятия «образование». В расширенной трактовке образование представляется как компонент культуры человека, как накопленный человеческий капитал, как ценность, как процесс, как результат, как система. В структуре образования выделяют: обучение, воспитание и развитие. В настоящее время построен ряд теоретических моделей образовательной среды: коммуникативно-ориентированная В.В. Рубцова; антрополого-психологическая В.И. Слободчикова; психодидактическая В.И. Панова; креативной образовательной среды К.Г. Кречетникова; на основе дидактической эвристики А.В. Хуторского.

В развитии научных основ образовательной среды существенную помощь оказывают психолого-педагогические идеи, высказанные Л.С. Выготским. Влияние этих идей прослеживается в различных психолого-педагогических системах развивающего обучения Л.В. Занкова, Д.Б. Эльконина, В.В. Давыдова, П.Я. Гальперина и др.

Краткое изложение авторской концепции ПИ ИОС. Представим её в виде таблицы 1.

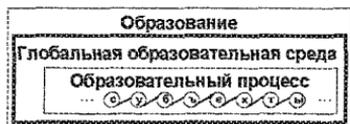


Рисунок 1. Соподчинение фундаментальных педагогических категорий

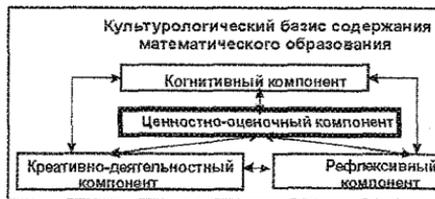


Рисунок 2. Структура математической культуры личности

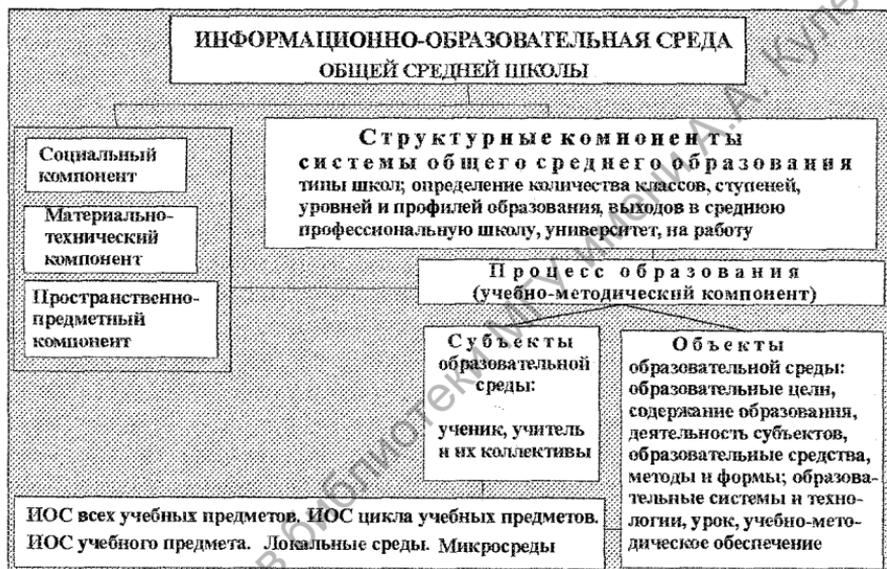


Рисунок 3. Структура глобальной ИОС



Рисунок 4. Идеально сбалансированная предметная ПИ ИОС



Рисунок 5. Частично сбалансированная предметная ПИ ИОС

Концептуальная модель предметной ПИ ИОС**Компоненты и признаки ПИ ИОС, их характеристика**

I группа: компоненты и признаки ПИ ИОС геометрического образования в контексте современных тенденций развития глобальной ИОС

1. Общая концепция глобальной ИОС.	<p><i>В теоретическом плане глобальная ИОС – это:</i></p> <p>а) педагогическая категория, по значимости и общности сопоставимая с фундаментальными категориями «образование» и «образовательный процесс» (рис. 1), в которых задействованы два главных субъекта: педагог, осуществляющий процесс образования, ученик, ради которого осуществляется этот процесс;</p> <p>б) окружение (условия и влияния), в котором осуществляется образование субъектов, понимаемое как компонент культуры человека, как накопленный человеческий капитал, как ценность, как система, как процесс, как результат;</p> <p>в) полисистемное окружение субъектов в виде образовательных процессов, систем и технологий, выступающих по отношению к субъектам как наиболее крупные «условия и влияния», содействующие становлению культуры личности в контексте общего культурологического базиса образования, возможная модель которой представлена на рисунке 2;</p> <p>г) глобальная ПИ ИОС в сбалансированном виде объединяет все источники информации – традиционные и нетрадиционные.</p>
2. Структура глобальной ИОС	<p><i>Основными компонентами глобальной ИОС (рис. 3), которые при взаимодействии друг с другом образуют общую структуру ИОС, являются: организационно-управленческий, социальный, материально-технический, пространственно-предметный и процессуальный (учебно-методический) компоненты. Предметная среда (среда математического образования) является частью глобальной ИОС.</i></p>
3. Ядро глобальной ИОС	<p><i>Образовательный процесс (учебно-методический компонент) рассматривается в качестве ядра глобальной ИОС, как наиболее крупный её компонент, являющийся также средой. Содержание и структура образовательного процесса (обучения, воспитания и развития) определяется целями, образовательными компетенциями, содержанием, методами, средствами и формами обучения, которые реализуются образовательными системами и технологиями обучения, системами уроков.</i></p>
4. Подход к построению модели ПИ ИОС. Тип ИОС.	<p><i>Подход к построению модели ПИ ИОС.</i> Под <i>подходом</i> понимается как концептуальная характеристика проектируемого объекта, так и характеристика направлений выбора средств и методов его проектирования. Модель ПИ ИОС строится на основе сочетания традиционных и инновационных признаков. Выше выделены направления, характеризующие ПИ ИОС, которые разбиты на пары противоположных признаков: «традиционное предметное содержание – нововведения», «репродуктивная деятельность – субъектно-креативная деятельность», «традиционные средства образования – современные (компьютерные) средства образования», «традиционная дробная подача информации – укрупненная подача информации.</p> <p><i>Тип ИОС</i> определяется тем или иным соотношением между традиционными и инновационными направлениями, выделенным выше.</p>

Компоненты и признаки ПИ ИОС, их характеристика

	<p><i>Перспективно-инновационная предметная ИОС</i> обладает всеми признаками глобальной ПИ ИОС. Модель предметной ПИ ИОС строится на основе интеграции инноваций и традиций по типу «розы ветров». На рисунке 4 изображена модель предметной <i>идеально сбалансированной</i> ПИ ИОС, в которой действие противоположных направлений доведено до 50%.</p>
<p>Количественный критерий инновационности</p>	<p>На рисунке 5 приведена модель частично инновационной ИОС. Инновационные направления вполне определенно обозначились в последнее десятилетие, системной технологической реализации до сих пор не получили. <i>Количественный критерий инновационности ИОС:</i> наращивание инноваций предлагается осуществлять <i>эволюционным путем</i>, в виде последовательных итераций, начиная с некоторого стартового значения (10–15%); для сравнения: в технико-экономических исследованиях подход считается инновационным, если удельный вес новизны в нем составляет более 15%, а продукт считается инновационным, если удельный вес новизны в нем не менее 25% (акад. Е.Н. Каблов[1, с. 2]).</p>
<p>5. Системное отношение в ПИ ИОС</p>	<p><i>Системное отношение:</i> характер познавательной деятельности субъектов определяет основное системное отношение в ПИ ИОС. <i>ПИ ИОС характеризуется как объектно-субъектно-формирующая среда</i>, интегрирующая репродуктивные и креативные виды деятельности субъектов, с постепенным нарастанием элементов субъектно-субъектного взаимодействия, самоорганизации, самообучения, продуктивности самостоятельной учебной работы. Реализация такой среды осуществляется на основе комплексной технологической модели ПИ ИОС, объединяющей разнонаправленные образовательные среды. Многоаспектность ИОС стимулирует избирательность по отношению ко всем компонентам учебного процесса. Деятельность учащихся становится мотивированной за счет совместного осуществления трех уровней взаимодействия: объектного, объектно-субъектного, субъектно-субъектного.</p>
<p>6. Направления реализации субъектно-креативного подхода</p>	<p><i>Общая направленность субъектно-креативного подхода:</i> систематическое формирование на доступном материале навыков поисковой деятельности, доведение этих навыков до уровня, позволяющим учащимся действовать самостоятельно в новых ситуациях, создание ситуаций успеха такой деятельности, создание условий для развития креативных качеств личности для большинства учащихся. Поисковая деятельность формируется с помощью различных видов эвристических схем. Эти схемы могут носить универсальный характер (не связаны со спецификой учебной темы), либо быть связаны со спецификой учебной темы, либо со спецификой конкретной задачи. Развивающее обучение становится креативным, если оно ориентировано на формирование устойчивых творческих навыков. <i>Оценочный критерий достигнутого уровня субъектно-креативной деятельности:</i> пятиуровневая система оценивания усвоения знаний совмещается с (построенной по аналогии) системой развития креативных навыков: уровень понимания приводимых учителем образцов поиска решения задач,</p>

Компоненты и признаки ПИ ИОС, их характеристика	
	уровень воспроизведения образцов поиска решения задач, уровень применения образцов поиска решения задач в стандартных, в знакомых и незнакомых ситуациях.
7. Фрактальный принцип построения устойчивой ПИ ИОС	<p><i>Устойчивость ИОС</i> обеспечивается: а) сбалансированностью ее по противоположным признакам; б) наличием инвариантного каркаса, присутствующего как среде в целом, так и всем ее компонентам, создаваемого на основе фрактального принципа.</p> <p><i>Использование фрактального принципа рассматривается и как средство, и как критерий устойчивости ИОС:</i> устойчивость учебно-методического компонента обеспечивается применением идей фрактала и сопутствующих им классов эквивалентности – сохранением для сред различного масштаба концептуального, структурного, содержательного, технологического подобия, ориентацией на четко обозначенную систему диагностируемых образовательных компетенций учащихся. <i>Специальные методы и средства проектирования устойчивой ИОС</i> – средовый подход, трансферы и дидактические фракталы. Геометрически инвариантный каркас изображается в виде фрактального дерева.</p>
II группа: признаки ПИ ИОС с позиции компьютеризации обучения	
8. Критерий глобальной компьютеризации ПИ ИОС	<p><i>Критерий глобально компьютеризированной ИОС</i> определяется в данном исследовании количеством времени t использования в учебном процессе компьютерных средств. При $t \approx 50\%$ предлагаем ИОС считать глобально компьютеризированной (с учетом методических ограничений и дидактической целесообразности – по существу на каждом уроке). Глобально компьютеризированная ИОС характеризуется большей многокомпонентностью, взаимным дополнением компонентов, позволяющими недостатки отдельных компонентов компенсировать подключением других, обеспечивая надежность своего функционирования.</p> <p>ИОС строится на основе эволюционной трансформации образовательной практики; <i>выступает средством интенсификации обучения</i> путем: 1) увеличения многообразия и совершенствования информационных технологий с привлечением «облачных» компьютерных систем искусственного интеллекта, 3D-принтера и др.; 2) расширения и усиления инновационных функций ИОС (сокращения информации, сообщаемой в готовом виде; применения мультимедийных средств визуализации информации, средств интерактивности, оперативной помощи, самоконтроля, обеспечения перехода к массовому креативному обучению). Компьютеризированная ИОС расширяет среду общения, уровни субъектного взаимодействия. Наличие систематической помощи и самоконтроля в электронных средствах обучения, позволит повысить продуктивность самостоятельной работы учащихся.</p>
III группа: признаки ПИ ИОС с учетом специфики геометрического образования	

Компоненты и признаки ПИ ИОС, их характеристика

<p>9. Признак фундаментальности и устойчивости содержания геометрического образования</p>	<p align="center"><i>Признак целостности и фундаментальности содержания геометрического образования</i> – необходимое условие устойчивости и перспективности ИОС. Фундаментальность содержания математического образования обеспечивается сбалансированностью традиционного содержания с содержанием классической и современной математики. В истории развития методики математики выделен <i>примерный перечень таких тем</i>. В геометрии – координаты, геометрические преобразования, векторы; в алгебре – производная, определенный интеграл, элементы комбинаторики, теории вероятностей. Целостность содержания геометрического образования возможна при условии сбалансированного распределения новых тем между курсами геометрии и алгебры (например, векторов). Неустойчивость новых тем чаще вызывается недостаточно совершенными перестройками на уровне глобальной ИОС, подходами к дифференциации обучения, адаптации к возрастным особенностям учащихся, структуризации знаний.</p> <p><i>Оптимальная структуризация знаний</i> возможна при условии обеспечения их фундаментальности и целостности с опорой на выделение многократно повторяющихся основных понятий и ведущих идей (<i>Дж. Брунер</i>). Это свидетельствует о необходимости новых подходов к реализации дидактических принципов фундаментальности содержания образования, соответствия содержания потребностям общества, единства содержательной и процессуальной сторон обучения, структурного единства содержания образования на разных уровнях его реализации в учебном процессе. Средствами реализации этих принципов в данном исследовании служат средовый подход, трансферы, фракталы, классы эквивалентности.</p> <p><i>Целостность ИОС геометрической подготовки</i> может быть обеспечена в виде комплекса мировоззренческих, методологических, теоретических и практических знаний. Целостность определяется содержанием этих видов знаний, их соотношением в образовательном процессе. Значительный потенциал заключают в себе методологические знания – сведения о математических методах, – что подтверждает необходимость их включения в учебники. <i>Устойчивость отдельных тем</i> обеспечивается многообразием связей их с другими: изолированные темы, помещенные особенно в завершение учебного курса, как правило, исключаются.</p>
<p>10. Признак технологичности ПИ ИОС</p>	<p>ПИ ИОС строится как объединение составляющих ее образовательных сред: среды традиционного обучения в ее современном состоянии, среды креативного обучения, крупноблочного изложения учебного материала и компьютерного обучения. ПИ ИОС характеризуется в системе трех координат: структура дидактического процесса, планируемые качества личности, достигнутые уровни усвоения знаний и развития. Ими определяется состояние субъекта на каждом данном отрезке учебного процесса. Дидактический процесс на уроке строится в соответствии с используемой технологией, с четким выделением технологических этапов и обратной связью. <i>Технология реализации инновационных признаков ИОС геометрического образования</i> связывается нами с <i>субъектно-креативным подходом к процессу построения учебной теории и к обучению решению задач</i>: а) построение теории организуется путем присоединения к ней единичных фактов на основе поиска спо-</p>

Компоненты и признаки ПИ ИОС, их характеристика

	<p>соба их обоснования, или группы фактов на основе поиска способа построения фрагмента теории; б) обучение решению задач связывается с обучением поисковой деятельности (субъектным подходом к задаче и процессу ее решения, организацией задач в виде микросистем, обладающих внутренней связностью, усилением типизации геометрических задач, включением сведений о методах поиска и образцов поиска в учебники, использованием мини-проектов в качестве метода обучения). Особая роль отводится <i>методом поиска, сопряженным с дедуктивными рассуждениями</i> (анализам Евклида и Паппа, синтетическому методу).</p>
<p>11. Практическая ориентация ИОС</p>	<p><i>Практические применения геометрии</i> содержат значительный потенциал для формирования целостной ИОС. Однако они не должны приводить к утилитарному образованию с его негативными последствиями (примером может служить опыт образования в США). Предпочтения – практическим задачам, имеющим реальное практическое значение, содержащим мотивационный компонент, в которых удельного веса математики больше, чем прикладного содержания, универсальным по отношению к различным сферам практической деятельности, ориентированным на подготовку учащихся к жизни в информационном обществе. Обучение учащихся решению практических задач основывается на <i>методе математического моделирования</i>, сущность которого полнее раскрывается в контексте применения его с другими математическими методами.</p> <p><i>Традиционные практические применения:</i> топографические построения и измерения, применение подобия и тригонометрии в измерениях на местности, картографические измерения, триангуляция, измерения площадей и объемов, оптимальные формы реальных объектов, применение геометрии в архитектуре и строительстве, золотое сечение (архитектура, строение тела человека, пятиконечная звезда и др.), связь геометрических закономерностей с числами Фибоначчи и др.</p> <p><i>Современные практические применения:</i> геометрические фракталы и их компьютерные визуализации (длина кривой Коха, площадь ковра Серпинского, длина береговой линии, сравнение складчатости поверхностей Марса и Земли); применение триангуляции в системах глобального позиционирования Глонасс, Галилео и др.; применение элементов топологии и графов (логистика, транспортные сети и др.); конструирование робототехники, рациональное использование Интернет-источников, подготовка видеоматериалов.</p> <p><i>Междисциплинарные задачи:</i> генерация пифагоровых троек с помощью чисел Фибоначчи, вычисление расстояний между звездами, задачи на вес и невесомость и др.</p> <p><i>Крупным темам прикладной направленности могут посвящаться факультативные курсы:</i> графическое решение задач линейного программирования, изображения тел в аксонометрии (подготовка к инженерным профессиям) и др.</p>
<p>12. Источники</p>	<p>Приведенная концепция – система аксиом, допускающая <i>неизоморфные модели</i>. Существование таких моделей – признак открытости ПИ ИОС, источник её развития. В этом плане существенно так же, что ПИ ИОС объ-</p>

Компоненты и признаки ПИ ИОС, их характеристика

развития ПИ ИОС	единяет в себе противоположные, «конкурирующие» признаки. Необходимым условием развития ПИ ИОС является также развитие компетенций учителя. В конечном итоге качество реализации ИОС зависит от учителя. Начало внедрения ПИ ИОС может быть отнесено к краткосрочной перспективе (в течение 2–3 лет). Реализация инновационных компонентов ИОС в режиме эволюции может осуществляться до 10 и более лет.
-----------------	--

Библиографический список

1. *Каблов, Е.Н.* Что такое инновации // Наука и жизнь. – 2011. – № 5. – С. 2–6.
2. *Рогановская, Е.Н.* Теоретико-методические основы проектирования информационно-образовательной среды геометрической подготовки учащихся: уровень общего среднего образования: Монография. – Могилев: МГУ им. А.А.Кулешова, 2016. – 196 с.
3. *Рогановская, Е.Н.* Средвоориентированный подход к дидактическому проектированию и применению информационно-образовательных ресурсов в процессе геометрической подготовки учащихся: Монография. Могилев: МГУ им. А.А.Кулешова, 2011. – 316с.
4. *Рогановская, Е.Н.* Методология дидактического проектирования и применения инновационной информационно-образовательной среды: коллект. междунар. монография «Опыт и перспективы использования информационных технологий в образовании». Под общ. ред. Н.В. Лалетина. Сиб. федер. ун-т. Красноярск: ООО «Центр информатизации», ЦНИ «Монография». 2013. 236 с.
5. *Фрадкин, Ф.А.* Системно-структурный подход к анализу теории советской педагогики 20–30-х гг. / Новые исследования в педагогических науках. – М.: Педагогика, 1983. – № 3. – С. 6–9.