



УДК 378

REQUIREMENTS FOR THE CONTENT OF EDUCATION AND TRAINING PROGRAMS IN MATHEMATICS BASED ON A SYNERGISTIC APPROACH

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ И УЧЕБНЫХ ПРОГРАММ ПО МАТЕМАТИКЕ НА ОСНОВЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Smirnov E.I. / Смирнов Е.И.

d.ped.s., prof. / д.пед.н., проф.

ORCID: 0000-0002-8770-7186

SPIN: 4207-6411

Yaroslavl State Pedagogical University,

Yaroslavl, Respublikanskaya 108/1, 150000

Ярославский государственный педагогический университет,

Ярославль, ул. Республиканская 108/1, 150000

Аннотация. В работе рассматривается синергетический подход для разработки требований к содержанию учебных и образовательных программ в области математического образования. Инновации базируются на принципах самоорганизации когнитивной деятельности обучающихся и наглядного моделирования сложных знаний, действий и процедур, возникающих в процессе адаптации современных достижений в науке к школьной или вузовской математике. Разработана ведущая идея проектирования и реализации обучения математике в школе и вузе с синергетическим эффектом в ходе адаптации современных достижений в науке. Сформулированы обобщенные требования к проектированию учебных и образовательных программ.

Ключевые слова: математическое образование, синергетический подход, фундирование опыта личности, наглядное моделирование, требования к учебным программам

Вступление.

В настоящее время система математического образования в России переживает период активного развития и реформирования как в школе, так и в вузе. Новые задачи, связанные с развитием постнеклассической парадигмы научной картины мира, порождают и потребность в новых методологии, технологиях, содержании проектирования учебных и образовательных программ в области математического образования. Какие требования следует предъявлять к содержанию образовательных и учебных программ, которые базируются на принципах самоорганизации когнитивной деятельности, инновационной технологии фундирования базовых учебных элементов и наглядного моделирования сложных действий и процедур в реализации содержания математического образования как школьного, так и вузовского? В [1-3] авторы теоретически обосновали и технологически проработали концепции синергетического подхода на основе актуализации современных достижений в науке, фундирования опыта личности как механизма проявления синергетических эффектов, наглядного моделирования применительно к системе математического образования в школе и вузе как технологии выявления сущностей обобщенных конструкторов математических знаний и действий. Смещение целей, сформулированных в нормативных документах



ФГОС на результаты образования в виде профессиональных компетенций (общекультурных, предметных, инструментальных и др.) ставит задачу серьезного пересмотра содержания учебных и образовательных программ профессиональной подготовки на основе реализации синергетической парадигмы. При этом дополнительным фактором изменений в содержании образования является необходимость учета тенденций развития современного образования, а именно, ориентации на приоритетное формирование интеллектуальных операций и нелинейного мышления, универсальных учебных действий обучающихся, реализация синергетической парадигмы формирования постнеклассической научной картины мира.

Основной текст

Фундирование опыта личности становится особенно актуальным в современный период, когда возрастают тенденции к развитию мотивационной сферы, метакогнитивного опыта, процессов самоактуализации и самореализации личности на фоне разворачивания адекватных педагогических условий, предметного содержания, средств, форм и технологий обучения предметам естественнонаучного и гуманитарного циклов. Фундирующие процедуры перехода от наличного состояния сущности и ее актуального представления к обобщенному потенциальному развитию сущности в форме идеального объекта (процесса или явления, состояния личностных качеств) являются многоэтапными, полифункциональными, направленными и интегративными по актуализации внутри и межпредметных связей. Они создают прецеденты бифуркационных переходов и возникновения аттракторов и бассейнов притяжения математических конструкторов в ходе согласованных действий разных факторов и начал самоорганизации. При этом процедуры перехода в зонах ближайшего развития будут более выраженными и направленными, если ориентировочная и информационная основы учебной деятельности обучающихся цементируются специально проектируемым содержанием обучения на основе самоорганизации, наглядно моделируемым в форме спиралей или кластеров фундирования базовых учебных элементов. Еще с начала 20 столетия целый ряд психологов (О.Зельц, М. Вертхеймер, М. Бунге и др.) подчеркивали существенность процесса визуализации проблемной ситуации как важного этапа решения задачи. Критерием эффективности при работе с моделью должны служить время и точность выполнения заданий при получении успешного результата. Важным механизмом актуализации интегративного характера осваиваемых действий, объектов и процедур являются *интегрированные конструкторы профессионально-предметных знаний (ИНКОПы)* (сущность и содержание, функции и характеристики). Е.И.Смирнов [4] рассматривает феномен проектирования и реализации интегративных конструкторов профессионально-предметных знаний и действий (ИНКОП) как учебных элементов содержания профессионально-предметной подготовки, характеризующихся целостностью интеграции когнитивных и процессуальных блоков информации различной профессиональной направленности и имеющий определенную дидактическую функциональность и перцептивную предметность в ходе проявления процессов самоорганизации.



Ими могут быть так называемые спирали фундирования как [5] целостные интегрирующие механизмы реализации преемственности содержания школьного и вузовского образования и становления качеств личности от школьных характеристик до профессиональных компетентностей будущего педагога. Целостность и направленность данного интегративного конструкта определяется развертыванием содержательных компонентов от школьных базовых учебных элементов посредством построения родового теоретического обобщения и технологического осмысления видовых его проявлений в ходе исследования обобщенных конструктов современного научного знания. Дидактическая ценность реализации интегративных конструктов заключается во включении их как целостных объектов предметной подготовки в ходе целенаправленной учебной и самоорганизующейся деятельности студентов. В основе инновационного подхода к определению содержания учебных и образовательных программ, базирующегося на концепции проявления синергии (Г.Хакен, Я.Пригожин, С.П.Курдюмов, Г.Г.Малинецкий, Е.Н.Князева [6-9] и др.) , лежат методические приемы, разработанные в рамках концепций системно - генетического подхода В.Д.Шадрикова [10] , фундирования опыта личности В.Д.Шадрикова - Е.И.Смирнова [2], наглядного моделирования и творческой активности для усиления профессионализации и личностно-ориентированного подхода в процессе когнитивной деятельности в освоении математики (В.С.Секованов [12]). Это, прежде всего: множественность постановки учебных целей и уровней усвоения, диагностируемое целеполагание творческой и самостоятельной деятельности, комплексы исследовательских, мотивационно-прикладных, многоэтапных математико-информационных заданий, модельных эвристических и прикладных задач - образцов проявления синергии, приемы антиципации и диалог математической, информационной , естественнонаучной и гуманитарной культур, опорные таблицы кодировки базовых учебных элементов, спирали и кластеры фундирования базовых учебных элементов школьной и вузовской математики и т.п. Выделим следующие *системно - генетические контексты проявления синергии* в математическом образовании, как в школе, так и в вузе.

1. Процессуальные контексты. Базовым понятием представленной концепции адаптации современных достижений в науке является понятие фундирования опыта личности. В чем же заключается феномен фундирования? Фундирование (нем. Fundierung – обоснование, основание) – термин, используемый в феноменологии (и в других науках) для описания отношений онтологического обоснования. Э. Гуссерль определяет отношение фундирования следующим образом : А фундировано посредством В, если для существования А сущностно необходимо В, только в единстве с которым А может существовать. Отношение фундирования может быть односторонним (А фундировано в В) или двухсторонним (А и В фундированы друг в друге). Согласно феноменологическому учению, все комплексные высокоуровневые акты и предметности фундированы в изначальных простых актах и предметах. В педагогику впервые понятие фундирования было введено В.Д. Шадриковым и Е.И. Смирновым в 2002 году как процесс создания условий для поэтапного



углубления и расширения школьных знаний в направлении формирования целостной системы научных и методических знаний, как процесс формирования целостной системы профессионально-педагогической деятельности. В дальнейшем авторы расширили базовый принцип на процесс фундирования опыта личности с наличного его состояния в направлении поэтапного проявления сущности базового учебного элемента как для школы, так и для вуза. Принципиальным отличием структурообразующего принципа фундирования для профессионального образования педагога является определение основы для спиралевидной схемы моделирования базовых знаний, умений, навыков предметной (в том числе, математической) подготовки обучающихся. Концепция фундирования предписывает необходимость, согласно которой в основной образовательной программе вуза должны быть формализованы и материализованы в виде конкретных учебных дисциплин и форм учебной деятельности не только методологически обоснованные дидактические (когнитивные) процессы, формирующие целеполагание, приобретение, применение и преобразование опыта личности, но и адаптационные процессы, характеризующие профессиональные пробы принятия студентом профессии учителя, и личностные процессы, направленные на проявление особенностей, развитие мотивации и эмоций, рефлексии и саморегуляции, самооценки и выбора, интеллекта и креативности личности. Поэтому концепция фундирования процесса становления личности педагога выступает как эффективный механизм преодоления профессиональных кризисов становления учителя и актуализации интегративных связей между наукой, профессиональным образованием и школой. Такая эффективность продемонстрирована многолетним опытом теоретической и экспериментальной проработки.

В наиболее общем плане фундирование – это процесс становления личности в опоре на поэтапное расширение и углубление опыта и качеств, необходимых и достаточных для освоения теоретического обобщения школьного предметного содержания в направлении развития мышления, личностных и профессионально-ориентированных качеств. Технологически фундирование осуществляется на основе выявления механизмов и условий (психологических, педагогических, организационно-методических, материально-технических) для актуализации и интеграции базовых учебных предметов общего образования и вузовских знаний (видов деятельности) с последующим теоретическим обобщением и расширением практического опыта педагога. Е.И. Смирнов [4] рассматривает интегративные конструкты профессионально-предметных знаний и действий как учебные элементы содержания профессионально-предметной подготовки, характеризующейся целостностью интеграции когнитивных и процессуальных блоков информации различной профессиональной направленности и имеющей определенную дидактическую функциональность и перцептивную предметность. Таковыми могут быть так называемые *спирали и кластеры фундирования* опыта личности, как целостные интегрирующие механизмы реализации преемственности содержания школьного и вузовского образования и становления качеств



личности от школьных характеристик до профессиональных компетентностей (в настоящем исследовании - это кластеры фундирования модусов проявления синергии в математическом образовании [2]). Целостность и направленность конкретного интегративного конструкта определяется разворачиванием его содержательных компонентов от школьных базовых учебных элементов до построения родового теоретического обобщения в контексте технологического осмысления видовых его проявлений. Дидактическая ценность реализации интегративных конструктов заключается во включении их как целостных объектов предметной подготовки в целенаправленную учебную деятельность обучающихся.

Одна из принципиальных находок рассматриваемой концепции заключается в переходе от процессов фундирования знаний (ориентировочной основы деятельности) к фундированию опыта личности. Рассмотрение концепции фундирования в рамках культурно-исторической парадигмы Л.С. Выготского приводит к необходимости проектирования в процессе обучения поэтапного разворачивания интегративных конструктов знания и образцов деятельности в соответствии с наличным состоянием опыта и развития высших психических функций индивида (социального). При этом должно диагностироваться появление обобщенных конструктов состояния приобретенного опыта и «прирост» личностных характеристик в «зонах ближайшего развития» («цепь качественных изменений», по Л.С. Выготскому) на фоне совместной деятельности педагога и ученика в явно актуализированном спиралевидном или кластерном формате (индивидуализации) процессов представления знаний и способов деятельности. Качественная особенность появления фундирующего эффекта в разворачивании спиралей или кластеров фундирования заключается в «априорном» выявлении и дальнейшей актуализации обобщений существенных связей не только в рассматриваемых процессах, явлениях и фактах в ходе познавательной деятельности, но и в становлении психических процессов и функций обучаемых в «зонах ближайшего развития» .

Фундирование опыта личности становится особенно актуальным в современный период, когда возрастают тенденции к развитию мотивационной сферы, метакогнитивного опыта, процессов самоактуализации и самореализации личности на фоне разворачивания адекватных педагогических условий, предметного содержания, средств, форм и технологий обучения предметам естественнонаучного и гуманитарного циклов. Фундирующие процедуры перехода от наличного состояния сущности и ее актуального представления к обобщенному потенциальному развитию сущности в форме идеального объекта (процесса или явления, состояния личностных качеств) являются многоэтапными, полифункциональными, направленными и интегративными по актуализации внутренних и межпредметных связей. Эффективным инструментом освоения сложного знания на основе фундирования опыта личности могут являться исследование и адаптация к школьной или вузовской математике современных достижений в науке, ярко и значимо представленных в приложениях к реальной жизни, развитию других



наук, высоким технологиям и производствам. Особенно ярко такие процедуры проявляются при исследовании и адаптации к школьной математике сложного математического знания путем поэтапного и полифункционального отражения его обобщенной сущности и ее интеграции со школьными учебными элементами. Таковыми в нашей работе являются современные достижения в науке (например, элементы нелинейной динамики, фрактальная геометрия, fuzzy-logic или теория нечетких множеств и т.п., преломленные и адаптированные к содержанию школьной и вузовской математики.

Адаптационные процессы рассматриваются учеными психологами и педагогами как динамический комплекс интегрального взаимодействия внутренних результатов (системы знаний, умений, установок, ценностей) и адекватных механизмов приспособления личности к изменениям внешней среды и результатам деятельности с развивающим эффектом (А.А. Реан [13], Ю.И. Толстых [14], С.И. Сороко [15] и др.). В нашем исследовании феномен адаптации современных достижений в науке (как проявлений внешней среды) выступает как процесс адекватного освоения сущности сложного знания, обобщенного конструкта с потенциалом позитивного воздействия на расширение опыта и качеств личности в контексте освоения школьных учебных элементов, роста учебной и профессиональной мотивации, самоорганизации, самоактуализации и саморазвития личности с синергетическими эффектами. В соответствии с результатами исследования С.Н. Дворяткиной и С.А. Розановой [16] таковыми могут быть 7 синергетических эффектов реализации адаптационных процессов: когнитивный, мотивационный, профессиональный, креативный, социально-экономический и духовно-нравственный. При этом Е.И. Смирновым были выявлены и характеризованы *четыре этапа проявления синергии* математического образования на основе актуализации диалога математической, информационной, естественнонаучной и гуманитарной культур: подготовительный, содержательно-технологический, контрольно-коррекционный и обобщающе-преобразующий [17].

Выделим в адаптационных процессах проявления синергии в освоении современных достижений в науке *три составляющих*: когнитивный, процессуальный и личностно-адаптационный. *Когнитивный компонент* связан с актуализацией атрибутов синергии в процессе проявления сущности обобщенного конструкта средствами проектирования и реализации многоэтапных математико-информационных заданий [18] и исследования «проблемных зон» математического образования с аттрактором проявления сущности обобщенного конструкта [19]. В соответствии с характеристикой когнитивного компонента сущности (рис. 1) данный компонент адаптации проявляется в своих знаково-символических, вербальных, образно-геометрических и тактильно-кинестетических модальностях. При этом использование информационно-коммуникационных технологий, вариативность знаний и процедур, диалог математической, информационной, естественнонаучной и гуманитарной культур в насыщенной и творческой информационно-образовательной среде создают адекватные условия для проявления синергии математического образования. *Процессуальный*



компонент адаптации современных достижений в науке аналогично реализуется в своих историко-генетических, конкретно-деятельностных, экспериментальных и прикладных проявлениях обобщенного конструкта на основе развертывания индивидуальных образовательных маршрутов обучающихся. При этом синергия математического образования проявляется в поэтапной актуализации характеристик обобщенного конструкта в обозначенных выше педагогических условиях и возможности выбора обучающимся индивидуальной траектории освоения технологических этапов. При этом процедуры перехода в зонах ближайшего развития будут более выраженными и направленными, если ориентировочная и информационная основы учебной деятельности обучаемых цементируются специально проектируемым содержанием обучения, наглядно моделируемым в форме спиралей или кластеров фундирования базовых учебных элементов. Следует отметить, что методология фундирования уже получила свою многоаспектную реализацию: только за последние 10 лет защищено более 20 кандидатских и докторских диссертаций, где используются ее основные положения. *Таким образом, фундирование опыта как инновационный механизм развития личности и профессионального становления в современных условиях может разворачиваться в трех образовательных нишах: школьное обучение, профессиональное образование и инновационная деятельность педагога.*

Последнее замечание составляет отдельную нишу реализации процессуального контекста - *информационно-технологическая поддержка и компьютерный дизайн* математической деятельности обучающихся на всех этапах проявления синергетических эффектов и сущности «проблемной зоны». Освоение сложного знания в условиях неопределенности и непредсказуемости путей и способов исследования требует реализации процессов *множественности целеполагания когнитивной деятельности* с возможностью получения наглядных моделей и массивов эмпирических данных для анализа компьютерными средствами. Это могут быть: кроссплатформенная среда Qt Creator для исследования цилиндра (или «сапога») Шварца [20] , системы компьютерной алгебры MathCad, MathLab, Maple, Mathematica и т.п., - для исследования проблем устойчивости решений дифференциальных уравнений, системы динамической геометрии Geogebra, Autograph, Живая геометрия и т.п. – для построения и исследования фрактальных объектов (снежинка Коха, , множество Мандельброта, пыль Кантора и т.п.) , малые средства информатизации – ClassPad400 – для выявления бассейнов притяжения и аттракторов итерационных процессов (салфетка Серпинского, кленовый лист М.Барнсли –В.С.Секованова, множество Жюлиа и т.п.). Процессы создания *мотивационного поля* для исследования сложных математических конструктов требуют компьютерного дизайна и наглядного моделирования современных достижений в науке (странный аттрактор Лоренца, нечеткие множества и fuzzy-logic, губка Менгера, сценарий Ферхюльста и т.п.). *Выстраивание иерархий* в развертывании сущности обобщенного конструкта «проблемной зоны» на основе *параметризации и абстрагирования*, поиска *точек бифуркации и бассейнов притяжения* средствами построения



итерационных процессов на основе информационно-технологической поддержки создают механизмы адаптации сложного знания к школьной и вузовской математике.

2. Содержательный контекст проявления синергии в математической деятельности как раз и является тем сензитивным механизмом, который позволит актуализировать *факторы успешности* решения творческих задач на основе исследовательской активности и самоорганизации обучающихся. Качества личности, необходимые для творческой деятельности, не только определяются наследованием признаков (генетический подход), но и приобретаются в результате образования, самообразования под влиянием средовых факторов. Более того, психологические исследования не подтверждают гипотезу о наследуемости индивидуальных различий в развитии дивергентного мышления. «Развитие креативности, возможно, идет по следующему механизму: на основе общей одаренности под влиянием микросреды и подражания формируется система мотивов и личностных свойств (нонконформизм, независимость, мотивация самоактуализации) и общая одаренность преобразуется в актуальную креативность» (В.Н. Дружинин [21]). Поэтому основным средством проявления синергии математического образования и механизмом формирования исследовательского поведения школьников в процессе обучения математике мы считаем разработку и внедрение в учебный процесс *исследовательских практико-ориентированных сложных задач в «проблемных зонах» в форме комплекса многоэтапных математико-информационных заданий* (М.Клякля, В.С.Секованов, Е.И.Смирнов [22] и др.). Исследовательская деятельность обучающихся реализуется в специально организованной среде (например, ресурсных занятий [23]) на фоне роста мотивов самоактуализации и самоорганизации, выявления приоритета ценностных ориентаций в математической деятельности. Отметим, что из результатов психологических исследований следует вывод о недостаточности использования комплексов нестандартных задач, как таковых, для формирования творческой активности обучаемых. Подлинно творческая деятельность студента (именно, надситуативная активность) возникает лишь в процессе самостоятельного поиска новых путей и способов решения задачи в условиях высокой степени неопределенности и потенциальной многовариантностью возможностей для поиска решения на фоне высокого развития мотивации самоактуализации (Ф. Маслоу, Г. Олпорт, К. Роджерс, А.М. Матюшкин, М.М. Кашапов и др.). К тому же, рассмотрение и реализация комплекса исследовательских практико-ориентированных задач в «проблемных зонах» может не только устанавливать межпредметные связи (механизм – *графы согласования*), но и аккумулировать *предметные знания в единую целостность*, способствовать формированию интеллектуальных операций мышления, предметных умений и навыков, а также моделировать исследовательскую деятельность ученого. Безусловно, данные характеристики имеют место, когда способности и активность личности оформляются как сложное синтетическое образование (С.Л. Рубинштейн). Однако в ситуативной деятельности, на уровне становления



опыта, личностных качеств и когнитивных актов мышления обучающегося часть характеристик может иметь разную интенсивность проявления, они требуют соответствующих методик измерения и в перспективе поляризуются в направлении развития индивидуального стиля когнитивной деятельности.

Немаловажным фактором содержательного контекста проявления синергии математического образования является продуктивная *деятельность по исследованию новых математических свойств и характеристик обобщенных конструкторов самоорганизации*: фрактальных объектов, математических моделей неустойчивости решений нелинейных динамических систем, средств кодирования и шифрования, клеточных автоматов, нечетких множеств и fuzzy logic, компьютерного моделирования многогранных поверхностей цилиндра Шварца, стохастических структур на странных аттракторах и т.п. (В.С.Секованов, Е.И.Смирнов, С.Н.Дворяткина, Р.А.Мельников, А.Д.Уваров и др.).

3. Личностно - адаптационный и социальный контекст проявления синергии математического образования. Взаимодействие человека с миром и людьми активизирует его внутренние потенциалы, что выступает основой его самопознания, саморегуляции и самоактуализации, обеспечивая тем самым его личностное саморазвитие. Знания и ценности, которые опосредуются в процессе обучения математике, могут быть приняты и могут стать достоянием обучающегося, когда они активно перерабатываются и усваиваются не отдельным индивидом, а становятся содержанием общения и деятельности в группе, если они будут интегрированы в совокупность всей той информации, которой группа располагает. В связи с этим, особое внимание нами уделено рассмотрению проблем организации группового взаимодействия обучающихся, являющегося важнейшим источником их самоактуализации и развития, стимулом для творческой активности и дальнейшего личностного роста. При организации групповой творческой деятельности необходимо создать условия для генерирования множественности решений проблемы на основе информационной обогащенности, интеллектуального напряжения и низкой степени регламентации поведения. Так, при групповой форме работы студенты имеют возможность проявлять надситуационную активность и реализовать приемы активизации творческого мышления во взаимной зависимости, актуализируя динамику творческого процесса (интуицию, вербализацию, наглядное моделирование, формализацию, рефлекссию, верификацию) на основе синтеза конвергентного и дивергентного мышления.

Тип моделирования обобщенного конструктора современного научного знания на основе выявленной сущности может быть феноменологическим и генетическим. Следуя теории В.В. Давыдова и Д.Б. Эльконина можно отметить, что *феноменологический* тип соответствует атрибутам и свойствам формирования эмпирического мышления, когда происходит обозначение чувственно данных свойств объектов и их связей, абстрагирование этих свойств, объединение их в классы и обобщение на основе формального тождества их отдельных свойств и их внешних изменений во взаимодействии. *Генетический* тип моделирования, соответствует атрибутам и свойствам



формирования теоретического мышления, когда осуществляется установление неявных скрытых существенных связей объектов, процессов и явлений роли и функций отношения компонентов внутри системы, условия их происхождения и преобразования. После анализа выявления сущности и самого идеального объекта происходит восхождение к истинному чувственно-конкретному целому. Поэтому технология проявления синергии в процессах адаптации современных достижений в науке в школьной математике может быть ориентирована соответственно на феноменологический или генетический тип выявления сущности обобщенного конструкта научного знания.

Фундирующие процедуры перехода от наличного состояния сущности и ее актуального представления к обобщенному потенциальному развитию сущности в форме идеального объекта (процесса или явления, состояния личностных качеств) являются многоэтапными, полифункциональными, направленными и интегративными по актуализации внутри и межпредметных связей. При этом процедуры синергетического перехода в зонах ближайшего развития будут более выраженными и направленными, если ориентировочная и информационная основы учебной деятельности обучаемых цементируются специально проектируемым содержанием обучения, наглядно моделируемым в форме спиралей или кластеров фундирования базовых учебных элементов, разработанных автором (рис.1).

С учетом приведенной схемы *фундирование опыта личности* рассматривается как необходимый механизм проявления синергии в математическом образовании на основе развития теоретического и практического мышления обучаемых от актуализации наличного состояния опыта и его видовых проявлений на основе вариативности и анализа (синтеза) ситуаций в деталях. Далее через теоретическое осмысление на базе дивергентного мышления и наглядного моделирования реализуется когнитивная деятельность обучающихся до решения частных, конкретных задач на фоне расширения и насыщения информационной среды с реализацией ИКТ-поддержки согласования этапов проявления модулов (рис.2).

В большинстве отечественных источников профессиональную, учебную и учебно-профессиональную адаптацию определяют как приспособление к содержанию и условиям выполнения ведущей для соответствующей стадии когнитивной деятельности. Адаптация рассматривается как многоуровневый процесс, поэтому выделяется социальная, организационная, психофизиологическая, деятельностная и другие виды (или уровни) учебно-профессиональной и профессиональной адаптации. Ведущая роль отводится деятельностной адаптации, то есть адаптации к содержанию и условиям учебной, учебно-профессиональной и профессиональной деятельности. Ее базовыми критериями рассматриваются успешность (эффективность) соответствующего вида деятельности и удовлетворенность. *Личностно-адаптационный компонент* связан с выраженностью характеристик и качеств личностного развития и адаптации обучающегося в процессе освоения современного научного знания в направлении самоактуализации («мне это интересно»), самоопределения («что я могу сделать»), самоорганизации



Рис.1. Структурно-функциональная модель проявления синергии математического образования в школе и вузе

(«я способен управлять процессом»), саморазвития («я могу сделать что-то новое»). Важнейшим компонентом адаптационных процессов является самоуправление малых творческих групп на основе умения адаптироваться и развиваться в социальных коммуникациях на основе принципов самоуправления, распределения ролей, осознания личных смыслов и предпочтений, создания творческих групп; формирование положительной «Я-позиции» в условиях диалога культур и творческой самостоятельности. Переживание ситуации успеха, социальное одобрение также является немаловажным фактором успешности адаптационных процессов и личностного развития в социуме. При этом синергия математического образования



проявляется в проявлении синергетических эффектов и в поэтапной актуализации характеристик обобщенного конструкта в обозначенных выше педагогических условиях, насыщенности информационно-образовательной среды и возможности выбора обучающимся индивидуальной траектории освоения технологических этапов [17].

Согласование этапов проявления модусов в обучении математике

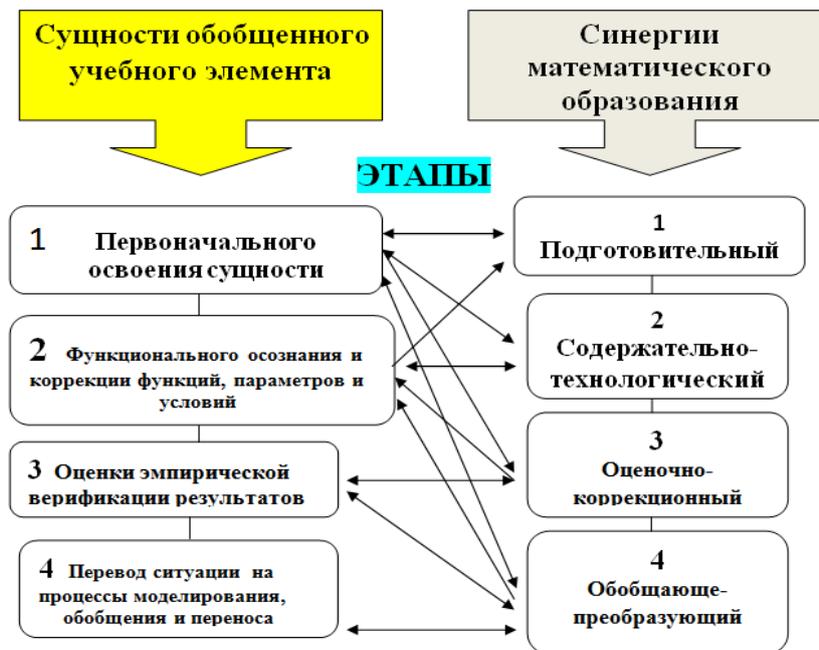


Рис.2. Согласование этапов проявления сущности учебного элемента и синергии математического образования

Автор, опираясь на общие и специальные критерии оценки учебной литературы: соответствия содержания Федеральным Государственным образовательным стандартам, учета закономерностей личностного и профессионального развития обучающихся, учета достоверности содержания и др., разработал следующие ниже требования к определению содержания учебных программ на основе проявления синергии математического образования.

Заключения и выводы.

Таким образом, в результате использования инновационных принципов, методов и технологий были разработаны следующие требования к проектированию учебных и образовательных программ по математике:

1. В образовательной программе вуза по математическим направлениям и профилям должны быть формализованы и материализованы в виде учебных дисциплин (предметов) и форм учебной деятельности:

- *дидактические (когнитивные) процессы*, формирующие компетенции целеполагания, приобретения, применения и преобразования опыта личности на основе самоорганизации математической деятельности, использования



интерактивных технологий и наглядного моделирования фундаментальных процедур освоения сущностей базовых учебных элементов и процедур;

- *адаптационные процессы*, характеризующие учебные и профессиональные пробы принятия студентом процессов самоорганизующейся математической деятельности и особенностей становления педагогической профессии в ходе актуализации современных достижений в науке и диалога математической, информационной, естественнонаучной и гуманитарной культур;

- *личностные процессы*, направленные на проявление особенностей и развитие мотивационной и эмоциональной сфер, актуализации личностных смыслов и предпочтений, рефлексии и саморегуляции, самооценки и выбора, интеллекта и креативности личности, соответствующие ФГОС общего образования и профессиональному стандарту педагогической деятельности;

2. Требования к учебным и образовательным программам предусматривают наличие адекватного отражения в содержании и структуре учебных программ и ОП содержания, которое должно обеспечить формирование : знания, понимания, анализа, синтеза, генезиса и оценки содержания математической деятельности на основе симбиоза и качественного изменения нелинейных эффектов самоорганизации и саморазвития личности в ходе освоения математической деятельности в условиях управления сложными стохастическими процессами на основе согласования разных факторов и начал в трех контекстах: содержательном (семиотическом), процессуальном (имитационном) и социальном;

3. Требования к учебным и образовательным программам должны обеспечить результаты освоения учебных дисциплин и ОП в виде сформированности совокупности профессиональных педагогических компетенций (профессиональный стандарт педагогической деятельности), определяющих возможность быть допущенным к педагогической деятельности с возможностью формирования у обучающихся процессов самоактуализации, самоопределения, самоорганизации и саморазвития на основе познавательной и творческой самостоятельности в ходе адаптации современных достижений в науке;

4. Требования к образовательным программам предусматривают изучение учебных циклов дисциплин, содержание и структура которых определяется логикой фундаментирования содержания профессионального стандарта педагогической деятельности на основе определения этапов самоорганизации и проявления синергии в освоении математики и продвижения к интегральным характеристикам компетентностей будущего профессионала, посредством развертывания фундаментальных модусов предметной деятельности и методологических оснований синергетической парадигмы;

5. Требования к образовательным программам предусматривают рассмотрение учебных предметов и дисциплин как целостных структур учебной информации в составе теоретического, практического, прикладного, деятельностного, эвристического и гуманитарного компонентов, разворачивающихся в базисном (содержательном), процессуальном и



иерархическом уровнях , в своих локальных, модульных и глобальных проявлениях процессов самоорганизации математической деятельности, в том числе на основе компьютерного моделирования;

6. Требования к образовательным программам предусматривают рассмотрение учебных предметов как целостного и направленного набора учебных дисциплин (в том числе, одной дисциплины) в составе учебных циклов, развертывание которых определяется объемом, содержанием и логикой проектирования спиралей и кластеров фундирования сущностей базовых учебных элементов (универсальных учебных действий) школьной и вузовской математики в ходе освоения обобщенных конструкторов современных достижений в науках средствами математического и компьютерного моделирования;

7. Требования к образовательным программам предусматривают развертывание в каждом учебном предмете системо-генетического блока спиралей фундирования сущности базовых учебных элементов (универсальных учебных действий) школьного и вузовского предмета , позволяющее: определить устойчивое ядро, этапы и уровни содержания вузовской учебной информации в виде проецирования теоретического обобщения (родовой учебный элемент) на видовое разнообразие частных проявлений современного научного знания; создать интерактивное технологическое поле (e-learning, ресурсные уроки, диагностические процедуры, интеллектуальные игры, портфолио); создать насыщенную информационно-образовательную среду творческой и поисковой активности и самоорганизации обучающихся;

8. Требования к учебным и образовательным программам предусматривают определение логики содержания учебной дисциплины, исходя из ее особенностей соответствия ФГОС , профессиональному стандарту педагогического образования и уровням адаптации современных достижений в науке к состоянию наличного опыта математической деятельности: отбор базовых учебных элементов (универсальных учебных действий), определение структур, этапов изучения содержания обобщенных конструкторов современного научного знания, выявление интегративных конструкторов профессионально-предметных знаний (ИНКОП), соотношение теоретического и практического компонентов проявления синергии математического образования в актуализации образцов-эталонов самоорганизации динамических процессов; наличие комплексов исследовательских, мотивационно-прикладных, многоэтапных математико-информационных заданий с проявлением синергетических эффектов;

9. Требования к образовательным программам предусматривают сквозное развертывание содержания учебных предметов в рамках учебных циклов с актуализацией этапов проявления синергии математического образования на основе компьютерного моделирования:

- *профессионального* (видовое обобщение школьного предмета с актуализацией образцов-эталонов самоорганизации динамических процессов);
- *фундирования* (теоретическое обобщение универсальных учебных действий и сущностей обобщенных конструкторов современного научного знания



с этапами и атрибутами проявления синергии);

- *адаптивно-технологического цикла* (актуализация уровней усвоения и сложности учебных элементов, актуализация фаз ориентировки исполнения и оценивания в диалоговом взаимодействии, актуализация личностных смыслов и предпочтений, творческая и поисковая активность самоорганизации, моделирование исследовательской деятельности).

Таким образом, выявлены и характеризованы методология, методы и требования к проектированию учебных и образовательных программ по математике на основе возможностей проявления синергетических эффектов и адаптации современных достижений в науке к повышению качества математического образования в школе и вузе.

Выражение признательности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №16-18-10304).

Литература:

1. Смирнов Е. И., Богун, В. В. Уваров, А. Д. Синергия математического образования педагога: Введение в анализ: монография. Ярославль: Канцлер, 2016. –310 с.
2. Смирнов Е.И. Фундирование в профессиональной подготовке и инновационной деятельности педагога: Монография. – Ярославль: Изд-во «Канцлер», 2012. – 654 с.
3. Смирнов Е.И. Технология наглядно-модельного обучения математике. Монография. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 1997. – 323 с.
4. Смирнов Е.И. Фундирование как методология и инновационный механизм профессионального становления педагога // Научные труды SWorld: Perspective innovations in science, education, production and transport: международное периодическое научное издание.- Иваново : Научный мир, 2013.- С. 5-17.
5. Дворяткина С.Н., Смирнов, Е.И. Оценка синергетических эффектов интеграции знаний и деятельности на основе компьютерного моделирования // Современные информационные технологии и ИТ–образование. М.: 2016. МГУ, С. 35–42.
6. Князева, Е. Н., Курдюмов, С. П. Синергетика: Нелинейность времени и ландшафты коэволюции. – М.: Комкнига, 2007. – 272 с.
7. Пригожин И. Неравновесная статистическая механика. – М.: Мир, 1964.
8. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б., Подлазов А. В. Нелинейная динамика. Подходы, результаты, надежды. М. : Эдиториал УРСС, 2006. –280 с.
9. Хакен, Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 320 с.
10. Шадриков В. Д. Психология деятельности и способности человека: Учебное пособие. М.: Логос, 1996. –320 с.
11. Подготовка учителя математики: Инновационные подходы // Под ред. В.Д. Шадрикова. – М.: Гардарики, 2002. – 383 с.
12. Секованов В.С. Элементы теории дискретных динамических систем: учебное пособие. С-Петербург.: Изд-во «Лань», 2016. —180 с.



13. Реан А.А. Психология адаптации личности. СПб.: Прайм-Еврознак, 2008. 479 с.

14. Толстых Ю.И. Современные подходы к категории «адаптационный потенциал» // Известия ТулГУ. Гуманит. наука. 2011. - №1. - С.493-496.

15. Сороко С.И. Индивидуальные стратегии адаптации человека в экстремальных условиях // Философия человека. 2012. - Т.38.- №6. - С.78-86.

16. Розанова С.А. Эффекты синергии математического, естественнонаучного и гуманитарного образования: структура, основные характеристики // Математика, физика и информатика и их приложения в науке и образовании: сборник тезисов докладов международной школы-конференции молодых ученых. Москва: МИРЭА, 2016. - С.-243-245.

17. Смирнов Е.И., Уваров А.Д., Смирнов Н.Е. Синергия адаптации современных достижений в науке к обучению математике в профильной школе // [Бюллетень науки и практики](#). – 2017. – [№ 12 \(25\)](#). – С. 508-528.

18. Секованов В.С. Элементы теории дискретных динамических систем. С-Петербург: Изд-во «Лань», 2016.-180 с.

19. Осташков В.Н., Смирнов Е.И. Синергия образования в исследовании аттракторов и бассейнов притяжения нелинейных отображений: Ярославский педагогический вестник. Серия психолого-педагогических наук. Ярославль.: Изд-во ЯГПУ, 2016. -№6. - С.146-157.

20. Schwartz H. A. Sur une définition erronée de l'aire d'une surface courbe: *Gesammelte Mathematische Abhandlungen*, 1890.—№1. —pp. 309-311.

21. Дружинин В.Н. Психология общих способностей. 3-е изд. СПб.: Питер, 2007.368 с

22. Смирнов Е.И., Уваров А.Д., Смирнов Н.Е. Компьютерный дизайн нелинейного роста «площадей» нерегулярного цилиндра Шварца // Евразийское научное обозрение. Москва. 2017. -№8(30). - С.35-55.

23. Смирнов Е.И., Абатурова В.С. Направления и пути развертывания фундирующих модусов развития личности будущего педагога // Ярославский педагогический вестник. Серия психолого-педагогических наук. Изд-во ЯГПУ, Ярославль, 2015.- Т.2.- №6.- С.37-43

References:

1. Smirnov E.I., Bogun V.V., Uvarov A.D. (2016) *Sinergiya matematicheskogo obrazovaniya: Vvedenie v analiz* [Synergy of Mathematical Education: Introduction to Calculus]. Yaroslavl: Kansler, 216 p.

2. Smirnov E.I. (2012) *Fundirovanie opyta v professional'noj podgotovke i innovacionnoj deyatel'nosti pedagoga* [Founding of experience in vocational preparing and innovative activity of a teacher]. Yaroslavl: Kansler, 654 p.

3. Smirnov E.I. (1997) *Tekhnologiya naglyadno-model'nogo obucheniya matematike* [Technology of Visual Modeling of Teaching mathematics]. Yaroslavl: YSPU, 323 p.

4. Smirnov E.I. (2013) *Fundirovanie kak metodologiya i innovacionny`j mexanizm professional'nogo stanovleniya pedagoga* [Foundation as a methodology and innovative mechanism of teacher's professional development]] in *Naučnye trudy SWorld* [Scientific works SWorld], issue 39, vol.1, pp. 11-20.

5. Dvoryatkina S.N., Smirnov E.I. (2016) *Ocenka sinergeticheskix e`ffektov integracii znaniy i deyatel'nosti na osnove komp`yuternogo modelirovaniya* [Evaluation of the synergistic effects of



integration of knowledge and activities on the basis of computer simulation] in *Sovremennyye informacionnyye tekhnologii i IT-obrazovanie* [Modern information technologies and it education], pp. 35-42.

6. Knyaseva E.N., Kurdumov S.P. *Sinergetika: Nelinejnost` vremeni i landshafty` koe`volyucii* [Synergetics: Nonlinearity of time and landscapes of coevolution]. Moscow: Komkniga, 272 p.

7. Prigozin I. (1964) *Neravnovesnaya statisticheskaya mekhanika* [Nonequilibrium Statistical Mechanics]. Moscow: Mir.

8. Malinetskiy G. G., Potapov A. B., Podlazov A. V. (2006) *Nelinejnaya dinamika: podhody, rezul'taty, nadezhdy* [Nonlinear dynamics: approaches, results, hopes]. Moscow: URSS.

9. *Haken H.* (1996) *Principles of Brain Functioning. A Synergetic Approach to Brain Activity. Behavior and Cognition.* Berlin: Springer.

10. Shadrikov V.D. (1996) *Psixologiya deyatel`nosti i sposobnosti cheloveka* [Psychology of activity and abilities of the person]. Moscow, Logos, 320 p.

11. Afanasyev, V.V., Smirnov, E.I., Povarenkov, Y.P., Shadrikov, V.D. (2002) *Podgotovka uchitelya matematiki: Innovacionnye podhody* [Teacher Training in Mathematics: Innovative Approaches]. Moscow, Gardariki, 383 p.

12. Sekovanov, V.S. (2016) *Elementy teorii diskretnyh dinamicheskikh system* [Elements of the Theory of Discrete Dynamical Systems]. S-Petersburg: Lan, 180 p.

13. Rean A.A. (2008) *Psixologiya adaptacii lichnosti* [Psychology of personality adaptation]. S-Petersburg: Prajm-evroznak, 479 p.

14. Tolsty`x Yu.I. (2011) *Sovremennyye podhody` k kategorii «adaptacionny`j potencial* [Modern approaches to the category of "adaptation potential"] in *Izvestiya TulGU. Gumanit. Nauka* [News of TulGu. Humanit. science], issue 1, pp.493-496.

15. Soroko S. I. (2012) [Individual Strategies of human Adaptation in Extreme Conditions] *Filosofiya cheloveka* [Human Phylosophy]. No.6. V.38, pp.78-86.

16. Rosanova S. A. (2016) [Effects of synergy of mathematical, natural science and Humanities education: structure, main characteristics] *Matematika, fizika i informatika i ih prilozheniya v nauke i obrazovanii: sbornik tezisov dokladov mezhdunarodnoj shkoly-konferencii molodyh uchenyh* [Proc. Sci. and Method Conf.]. Moscow: MIREA, pp.243-245.

17. Smirnov E. I., Uvarov, A. N., Smirnov N.E. (2017) *Sinergiya adaptacii sovremenny`x dostizhenij v nauke k obucheniyu matematike v profil`noj shkole* [Synergy of adaptation of modern achievements in science to teaching mathematics in profile school] in *Byulleten` nauki i praktiki* [Bulletin of science and practice], issue 12, Vol.25, pp. 508-528.

18. Sekovanov V.S. (2016) *Elementy teorii diskretnyh dinamicheskikh system* [Elements of the Theory of Discrete Dynamical Systems]. S-Petersburg: Lan, 180 p.

19. Ostashkov V. N., Smirnov, E. I. (2016) [Synergy of education in the study of attractors and attraction basins of nonlinear maps] in *Yaroslavskij pedagogicheskij vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin]. No.6, pp.146-157.

20. Schwartz H. A. (1890) *Sur une définition erronée de l'aire d'une surface courbe: Gesammelte Mathematische Abhandlungen. №1.* pp. 309-311.

21. Drushinin V.N. (2007) *Psixologiya obshhix sposobnostej* [Psychology of General abilities]. S-Petersburg: Piter, 368 p.

22. Uvarov A. N., Smirnov N.E. (2017) [Computer design of nonlinear growth of "areas" of irregular cylinder of Schwartz] *Evrazijskoe nauchnoe obozrenie* [Eurasian scientific review]. No.8. V.30, pp.35-55.

23. Smirnov E. I., Abaturova V.S. () *Napravleniya i puti razverty`vaniya fundiruyushhix modusov razvitiya lichnosti budushhego pedagoga* [Directions and ways of deployment ponderous modes of development of personality of a future teacher] in *Yaroslavskij pedagogicheskij vestnik* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin]. No.6, pp.37-43.

Abstract. *The paper considers a synergistic approach to the development of requirements for*



the content of educational and training programs in the field of mathematical education. Innovations are based on the principles of self-organization of student's cognitive activity and visual modeling of complex knowledge, actions and procedures arising in the process of modern achievements adaptation in science to school or University mathematics. The leading idea of design and implementation of teaching mathematics at school and University with synergistic effect in the course of modern achievements adaptation in science is developed. The generalized requirements for the design of educational and training programs are formulated.

Introduction. New tasks related to the development of the post-non-classical paradigm of the scientific picture of the world, give rise to the need for new methodologies, technologies, content design of educational and training programs in the field of mathematical education. What requirements should be made to the content of educational and training programs, which are based on the principles of self-organization of cognitive activity, innovative technology of founding of basic educational elements and visual modeling of complex actions and procedures in the implementation of the content of mathematical education of both school and University? Author theoretically substantiated and technologically worked out the concept of synergistic approach on the basis of modern achievements actualization in science, Founding of personal experience as a mechanism of synergistic effects manifestation, visual modeling in relation to the system of mathematical education in school and University as a technology for identifying the essence of generalized constructs of mathematical knowledge and actions.

Main contents. Innovative requirements to the preparing of educational and training programs content in the field of mathematical education concern the plurality of setting educational goals and levels of assimilation, the diagnosed goal-setting of creative and independent activity, complexes of research, motivational and applied, multi-stage mathematical and information tasks, model heuristic and applied problems-samples of synergy, methods of anticipation and dialogue of mathematical, information, natural science and humanitarian cultures, reference tables of coding basic educational elements, spirals and clusters of founding of basic educational elements of school and University mathematics, etc. We highlight the following systemic-genetic contexts of synergy in mathematical education, both at school and at University: procedural context, meaningful context of synergy in mathematical activity, personal adaptation and social context of the manifestation of mathematical education synergy.

Summery and conclusions. Thus, as a result of innovative principles developing and using, actualization of new methods and technologies, preparing of the author, the following nine requirements for the design of educational and training programs in mathematics were developed.

Key words: mathematical education, synergistic approach, founding of personal experience, visual modeling, requirements for educational programs

Статья отправлена: 03.12.2018 г.

© Смирнов Е.И.