

УДК 378.147

**СИНЕРГИЯ АДАПТАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ В НАУКЕ  
К ОБУЧЕНИЮ МАТЕМАТИКЕ В ПРОФИЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

**SYNERGY OF ADAPTATION OF MODERN ACHIEVEMENTS IN SCIENCE  
TO TEACHING MATHEMATICS IN A SPECIALIZED SCHOOL**

©Смирнов Е. И.

*д-р пед. наук, Ярославский государственный  
педагогический университет им. К. Д. Ушинского  
г. Ярославль, Россия, smiei@mail.ru*

©Smirnov E.

*Dr. habil., Ushinsky Yaroslavl State Pedagogical University  
Yaroslavl, Russia, smiei@mail.ru*

©Уваров А. Д.

*канд. физ.-мат. наук, Ярославский государственный  
педагогический университет им. К. Д. Ушинского  
г. Ярославль, Россия, artiom\_uvarov@inbox.ru*

©Uvarov A.

*Ph.D., Ushinsky Yaroslavl State Pedagogical University  
Yaroslavl, Russia, artiom\_uvarov@inbox.ru*

©Смирнов Н. Е.

*Ярославский государственный педагогический  
университет им. К. Д. Ушинского  
г. Ярославль, Россия, corrosiom10@gmail.com*

©Smirnov N.

*Ushinsky Yaroslavl State Pedagogical University  
Yaroslavl, Russia, corrosion10@gmail.com*

*Аннотация.* В настоящей статье исследуется одна из «зон современных достижений в науке» школьной математики средствами компьютерного и математического моделирования. Исследование касается задачи освоения современного раздела математики «нечеткие множества и fuzzy logic» доступными для школы средствами и посредством построения и адаптации к наличному состоянию школьных знаний важнейших обобщенных конструкций, касающихся анализа и существования нечетких множеств. Разработана технология адаптации школьной математики к теории и практике использования нечетких множеств и fuzzy logic на основе математического моделирования и компьютерного дизайна нелинейной динамики проявления синергетических эффектов. В ходе освоения сложного понятия нечеткого множества средствами наглядного моделирования разработаны технологические конструкты кластеров фундирования компонентов обобщенного конструкта в направлении доступности и содержания школьной математики. Именно, выявлено оснащение мотивационного поля исследовательской деятельности школьников, реализовано множественное целеполагание процессов освоения нечетких множеств и fuzzy logic, разработаны средства коммуникации на основе интеграции математических, информационных, естественнонаучных и

гуманитарных знаний и процедур. Исследование проведено в контексте интеграции математического и компьютерного моделирования при познавательной активности в малых группах школьников и создания условий для проявления синергетических эффектов. Разработаны оснащение и этапы адаптации современных достижений в науке к наличному состоянию опыта школьников в лонгитюдном исследовании.

*Abstract.* In the present article one of “zones of modern achievements in science” of school mathematics by means of computer and mathematical modeling is investigated. Research concerns a problem of the modern section of mathematics development “fuzzy sets and fuzzy logic” by means, available to school, and by means of construction and adaptation to initial conditions of school knowledge of the major generalized constructs concerning the analysis and a being of fuzzy sets. The technology of school mathematics adaptation to the theory and practice of using of fuzzy sets and fuzzy logic on the basis of mathematical modeling and computer design of nonlinear dynamics of synergetic effects manifestation is developed. During development of difficult concept of fuzzy sets by means of visual modeling developed technological constructs of founding clusters of generalized construct components in the direction of availability and school mathematics maintenance. Equipment of a motivational field of school student’s research activity is revealed and the multiple goal–setting of processes of fuzzy sets and fuzzy logic development is realized. Means of communication on the basis of integration of mathematical, information, natural–science and humanitarian knowledge and procedures are developed. Research is conducted in the context of integration of mathematical and computer modeling at informative activity in small groups of school students and creations of conditions for manifestation of synergetic effects. Equipment and stages of the adaptation of modern achievements in science to initial condition of school students experience in longitude research are developed.

*Ключевые слова:* обучение математике в профильных классах, синергия математического образования, кластеры и спирали фундирования опыта личности, математическое и компьютерное моделирование.

*Keywords:* teaching of mathematics in senior schools, synergy of mathematical education, clusters and spirals of personality experience founding, mathematical and computer modeling.

### *Введение*

Проблема самоорганизации и саморазвития личности школьника в процессе обучения математике диктует необходимость включения в единую целостность мотивационно — ценностных и эмоционально–волевых, исследовательских и метакогнитивных, социальных и личностных стратегий поведения в ходе познавательной деятельности по освоению предметного содержания. Это создает прецедент расширения и углубления опыта личности школьника на основе наличного его состояния, формирования и развития интеллектуальных операций и способностей с опорой на фундирующие механизмы и наглядное моделирование возможностей проявления и коррекции функциональных, операциональных и инструментальных компетенций в освоении математики. При этом возможность адаптации современных достижений в науке к школьной математике и компьютерного интерактивного взаимодействия с учебным предметом усиливает развивающий эффект и повышает учебную мотивацию, выявляет связи с реальной жизнью и практикой, создает феномен проявления синергетических эффектов в освоении сложного математического знания. Именно эти направления предоставляют уникальную возможность мотивированного вовлечения обучающихся в процесс освоения предметного содержания в открытой и насыщенной

информационно–образовательной среде, прогноза и самоорганизации когнитивной деятельности, оценки и динамики текущего состояния личностных изменений, развития и самоорганизации надситуационной активности и наглядного моделирования как в процессе формального, так и неформального математического образования. При этом ключевым аспектом феномена проявления синергетических эффектов в обучении математике на основе адаптации современных достижений в науке является возможность актуализации этапов и характеристик сущности сложных математических знаний, явлений и процедур в контексте развертывания индивидуальных образовательных маршрутов обучающихся. Прежде всего, возрастает потребность в актуализации и адаптации обобщенных конструкций и отношений в предметном содержании математического образования. Как отмечал С. Л. Рубинштейн, «...генерализация отношений предметного содержания выступает, затем и осознается как генерализация операций, производимых над обобщенным предметным содержанием; генерализация и закрепление в индивиде этих генерализованных операций ведут к формированию у индивида соответствующих способностей» [1]. Тем самым, настоящее исследование представляет собой попытку разработки технологии адаптации современных достижений в науке к школьной математике с проявлением синергетических эффектов в ходе развертывания индивидуальных образовательных маршрутов в освоении предметного содержания.

#### *Методология, методы и технологии*

Реализация объявленной концепции связана с освоением обучающимися сложного знания средствами математического и компьютерного моделирования в насыщенной информационно–образовательной среде. Эффективным инструментом освоения сложного знания может 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.

1. 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 [2]: 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 [3] 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 [4]. 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 обоснованные методологически дидактические (когнитивные) процессы, формирующие целеполагание, приобретение, применение и преобразование опыта личности, но также адаптационные процессы, характеризующие профессиональные пробы принятия студентом профессии учителя и личностные процессы, направленные на проявление особенностей и 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, характеризующийся целостностью интеграции когнитивных и процессуальных блоков информации различной профессиональной направленности и имеющий определенную дидактическую функциональность и перцептивную предметность. Ими могут быть так называемые *спирали и кластеры фундирования* как 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. Дидактическая ценность реализации интегративных конструктов заключается во включении их как целостных объектов предметной подготовки в ходе целенаправленной учебной деятельности.

Одна из принципиальных находок рассматриваемой концепции заключается в переходе от процессов фундирования знаний (ориентировочная основа деятельности) к фундированию опыта личности. Рассмотрение концепции фундирования в рамках культурно-исторической парадигмы Л. С. Выготского приводит к необходимости проектирования в процессе обучения поэтапного развертывания интегративных конструктов знания и образцов деятельности в соответствии с наличным состоянием опыта и развития высших психических функций индивида (социальное). 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 (индивидуализация) процессов представления знаний и способов деятельности. Качественная особенность появления фундирующего эффекта в развертывании 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» [5].

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 развертывания 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. Эффективным инструментом освоения сложного знания на основе фундирования опыта личности может 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. Разработка философской концепции сложности (И. Кант, Г. В. Гегель, И. Пригожин, Г. Хакен, В. В. Орлов, И. С. Утробин, Х. Альвен, Т. С. Васильева и др.) опосредована обширным экспериментальным материалом, практикой и взаимозависимостью интегративных процессов в науке, технологиях, экономике, социальных преобразованиях и образовательных парадигмах. Поливалентность, множественность, многополярность, непредсказуемость, эмерджентность и неравновесность современного мира не может не быть увязана с категориями развития сущности объектов, явлений и процессов посредством проявления закономерностей переходов на более высокие уровни сложности как составляющих конкретно-всеобщей теории развития (В. В. Орлов, Ст. Бир, Н. Винер, Дж. фон Нейман и др.). *Особенно такие процедуры проявляются при исследовании и адаптации к школьной математике сложного математического знания путем поэтапного и полифункционального проявления его обобщенной сущности и ее интеграции со школьными учебными элементами — таковым в нашей работе являются современные достижения в науке (например, fuzzy-logic или теория нечетких множеств [6]).*

Так как сущность обнаруживает свою реальность в совокупности внешних характеристик предмета, в своих проявлениях, то раскрывая сущность через философские категории внутреннего, общего, содержания, причины, необходимости и закона определим, прежде всего, *компонентный состав содержательных и процессуальных характеристик проявления сущности [7]*. Содержательный модус: знаково-символические, вербальные, образно-геометрические и тактильно-кинестетические проявления; процессуальный модус: историко-генетические, конкретно-деятельностные, экспериментальные и прикладные проявления. Постигание сущности предмета обучающимся в определенном категориальном поле знаний и способов деятельности, достаточное для успешности и эффективности оперирования с ней, не обязательно совпадает по содержанию и выраженности необходимых существенных связей. Более того, возможно присоединение дополнительных связей, которые в совокупности с необходимыми связями создают целостность и иерархичность сущности в данном категориальном поле. Эта изменчивость и подвижность сущности предмета требует актуализации поэтапного продвижения к ее познанию и определяет третье измерение сущности — личностно-адаптационное в ее характеристиках, и определяет трехкомпонентную целостность сущности предмета как объекта познания в ходе



когнитивной деятельности. Таким образом, нами представлена следующая структурно-функциональная модель сущности математических учебных элементов (Рисунок 1):

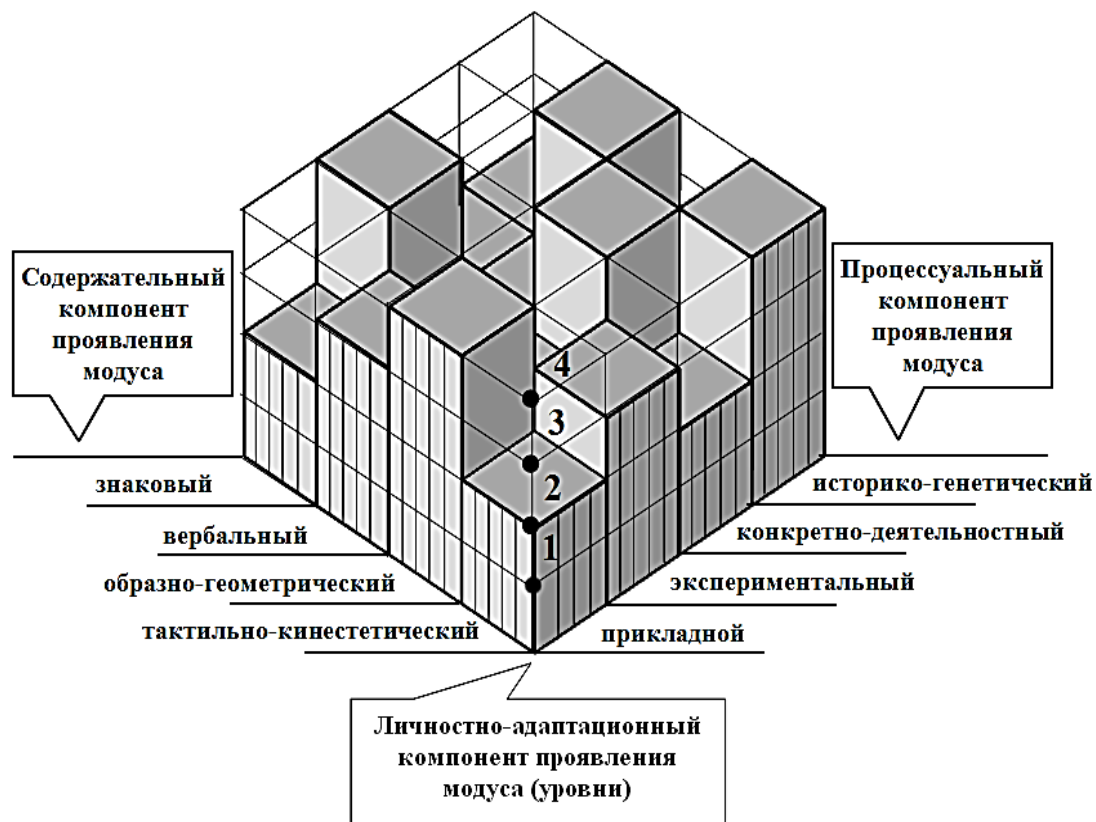


Рисунок 1. Структурно-функциональная модель сущности математических учебных элементов

При этом процедуры освоения обобщенной сущности и перехода в процессам индивидуализации в зонах ближайшего развития обучающихся 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. Таким образом, фундирование опыта как инновационный механизм развития личности и постижения сущности обобщенного конструкта математического образования в ходе освоения современных достижений в науке может разворачиваться в трех образовательных нишах: содержании школьного обучения математике, технологии реализации адаптационных процессов и развития личностных качеств обучающихся.

2. Адаптационные процессы рассматриваются учеными психологами и педагогами как динамический комплекс интегрального взаимодействия внутренних результатов (система знаний, умений, установок, ценностей) и адекватных механизмов приспособления личности к изменений внешней среды и результатам деятельности с развивающим эффектом (Реан А. А. [8], Толстых Ю. И. [9], Сороко С. И. [10]). В нашем исследовании феномен адаптации современных достижений в науке (как проявлений внешней среды) к школьной математике в контексте актуализации механизмов приспособления и научения личности выступает первоначально как процесс и результат исследования неясного, нечеткого, неопределенного

состояния сущности обобщенного конструкта и отдельных ее качественных проявлений). Далее в технологическом описании адаптация выступает в контексте адекватного освоения и фундирования сущности сложного знания как обобщенного конструкта с потенциалом позитивного воздействия на расширение опыта и качеств личности путем взаимодействия со школьными учебными элементами, роста учебной и профессиональной мотивации и саморазвития личности с проявлением синергетических эффектов. В соответствии с результатами исследования С. Н. Дворяткиной и С. А. Розановой [11] таковыми будут 7 синергетических эффектов реализации адаптационных процессов: когнитивный, мотивационный, профессиональный, инновационный, социальный, 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 [12]. На следующем Рисунке 2 представлен граф согласования этапов проявления сущности обобщенного конструкта современного научного знания в освоении математики и этапов проявления синергии математического образования.

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, наглядного моделирования и реализации многоэтапных математико–информационных заданий [13], равно как и исследования «проблемных зон» математического образования с аттрактором проявления сущности обобщенного конструкта [14]. В соответствии с характеристикой когнитивного компонента сущности (Рисунок 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 траекторий обучающихся. *Личностно–адаптационный компонент* адаптации связан с выраженностью характеристик и качеств личностного развития обучающегося в процессе освоения современного научного знания в направлении самоактуализации («мне это интересно»), самоопределения («что я могу сделать»), самоорганизации («я способен управлять процессом»), саморазвития («я могу сделать что-то новое»). 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.

3. Тип моделирования обобщенного конструкта 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.

### СОГЛАСОВАНИЕ ЭТАПОВ ПРОЯВЛЕНИЯ МОДУСОВ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ

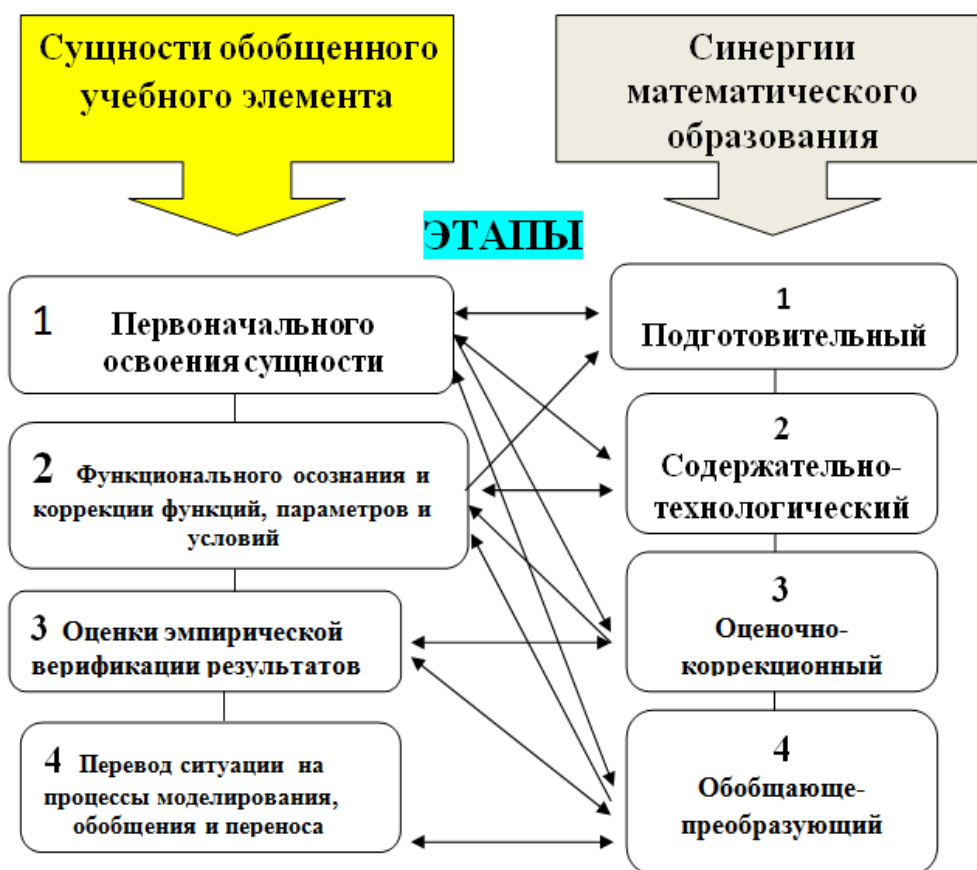


Рисунок 2. Согласование этапов проявления сущности учебного элемента и синергии математического образования

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 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. Выделим ряд технологических этапов развертывания фундирующих процедур *в процессах адаптации современного научного знания к школьной математике с проявлением синергетических эффектов и отражения феноменологического типа моделирования сущности* обобщенного конструкта:

–*мотивационный (самоактуализация («мне это интересно»))* — проявляется в выраженности ценностных и личностно–адаптационных характеристик познавательной деятельности обучаемых по освоению *эталонов и образцов феноменологии* наглядного моделирования обобщенного конструкта и результатов диагностических процедур на: значимость и ценностные ориентиры, выбор способов деятельности по раскрытию *отдельного качества* проявления обобщенной сущности (содержательного или процессуального компонента — см. Рисунок 1); поиск и анализ выявления этапов научного познания, методов исследования и механизмов осуществления внутрипредметных и межпредметных связей на основе профессионально–ориентированного и исследовательского подходов; настрой личности на самоопределение и самоорганизацию, освоение принципов и стилей научного мышления: индукции, дедукции, инсайта, аналогии, инверсии и антиципации;

–*ориентировочно–информационной насыщенности (самоопределение («что я могу сделать»))* в реализации эмпирических проб и проектировании наглядных моделей фундирующих процедур представления частных проявлений сущности обобщенного конструкта на основе *познавательной самостоятельности* и актуализации действий, компетенций и характеристик личностных качеств. Реализация процесса выявления существенных связей и преемственности эмпирических обобщений, *осознание функциональности уровня математического содержания проявления сущности обобщенного конструкта и коррекции состояния его параметров и условий*, адекватности и эффективности соотнесения направленности «цель–результат», базовости и интегративности проектируемых конструктов как ориентировочной и информационной основы целенаправленной и вариативной учебной деятельности;

–*процессуально–деятельностный (самоорганизация («я способен управлять процессом»))* — проявляется в проектировании и организации *технологии* освоения обучаемыми исследовательских процедур освоения инновационных проявлений сущности обобщенного конструкта в ходе развертывания ее фундирующих этапов и на основе актуализации приемов творческой познавательной самодеятельности и диалога математической, информационной, естественнонаучной и гуманитарной культур. При этом разрабатываются и реализуются формы, методы и средства освоения обобщенного конструкта, адекватные своим локальным, модульным и глобальным проявлениям развертывания фундирующих процедур;

–*контрольно–коррекционный (оценка эмпирической верификации результатов)* — проявляется в проектировании функций и этапов мониторинга и диагностических процедур измерения состояния и расширения опыта, развития психических функций, синергетических эффектов и характеристик личностных качеств обучаемых; определение и оптимизация технологических процедур и предметного содержания образования, уровня освоения сущности и этапов развертывания спиралей и кластеров фундирования; определение целостного комплекса спиралей и кластеров фундирования опыта личности в ходе освоения сущности обобщенного конструкта как необходимого компонента дидактического поля и основы вариативности процессов адаптации современных достижений в науке;

–*обобщающе–преобразующий (саморазвитие личности («я могу сделать что-то новое»))* — характеризуется: содержанием и характеристиками переноса инноваций в массовую практику освоения школьной математики; интеграцией индивидуального и социального в проектировании инновационных обобщающих конструкторов; информационным обменом, социализацией и верификацией инновационной деятельности; характеристиками, параметрами и показателями становления и выраженности индивидуальных образовательных траекторий школьников.

*Технология выявления и исследования «зон современных достижений в науке» в обучении математике*

Технология выявления и исследования «зон современных достижений в науке» применительно к обучению математике позволяет проектировать и реализовывать этапы адаптации современных достижений в науке к наличному состоянию опыта математической деятельности школьников, позволяет интегрировать знания из различных областей наук в контексте школьной математики, создает прецедент исследовательской деятельности школьников при работе в малых группах и в форме развертывания индивидуальных образовательных маршрутов обучающихся, актуализирует синергетические эффекты в процессе освоения сложного знания [15]. «Зона современных достижений в науке» в математическом образовании школьников — это комплекс содержательных, процессуальных и личностно–адаптационных компонентов обучения математике, основанных на вскрытии противоречий, этапов и проблем когнитивной деятельности в освоении современных достижений в науке в урочной и внеурочной деятельности и нацеленных на поиск и исследование сущностей ее сложных учебных элементов и эффективное развитие школьников.

*Критерии выявления «зон современных достижений в науке»* применительно к обучению математике, основаны на особенностях решения сложных задач [16] и имеют следующие характеристики:

–в динамике освоения современных достижений в науке средствами школьной математики есть возможность *вскрытия противоречий и явной неадекватности способов и приемов анализа и исследования информации*, невозможность переноса связей и процедур учебных элементов в частном их проявлении на более общую конструкцию, актуальность построения контрпримеров, присутствие доли неопределенности и непредсказуемости в определении прикладных возможностей обобщенного конструктора, ограниченность объема учебных элементов, требующих разнообразных решений, построенных на основе эмпирических, а не только теоретических обобщений, возможность развития дивергентного мышления обучающихся и понимания функционирования математических операций (в настоящем исследовании будут исследованы нечеткие множества и fuzzy–logics (Л. Заде [17]));

–процесс выявления сущности учебных элементов в сложных «зонах современных достижений в науке» основан на *множественности целеполагания и возможности выявления этапов математического моделирования обобщенного конструктора* и разумной конечности этапов адаптации обобщенной сущности к наличному состоянию опыта математической деятельности. Эффективные правила (*фундирующие модусы* [18]) поэтапного развертывания сущности могут быть выделены, но они будут с неизбежностью достаточно вариативны на основе *наглядного моделирования* [19] и принципиально зависимы от контекста;

–необходимы *разнообразные поисковые пробы с использованием информационных технологий* (экспериментальные срезы, варьирование условий и параметров

функционирования «зоны современных достижений в науке», сравнительный анализ конкретных проявлений, компьютерное моделирование, аналогии, анализ через синтез (С. Л. Рубинштейн) и т. п.) — реальные взаимодействия и *диалог математической, информационной, естественнонаучной и гуманитарной культур*, а не только теоретическая деятельность с ее абстрактными моделями. Результат этого поиска не может быть известен заранее. Алгоритмы деятельности (строгие однозначные предписания по ее выполнению) рассматриваются как самый частный вид исследовательских стратегий. Более общее значение имеют эвристики разной степени неопределенности;

–результаты исследования «зоны современных достижений в науке» и процессы взаимодействия с ней *не могут быть предсказаны полностью*, исчерпывающим образом; для этого взаимодействия характерна множественность результатов — наряду с прямыми, прогнозируемыми результатами образуются разнообразные побочные, непредсказуемые продукты.

*Задачи исследования «зоны современных достижений в науке»:*

–освоить средствами математического и компьютерного моделирования содержательные конструкторы приемов и этапов адаптации обобщенного научного знания к наличному состоянию школьных математических знаний и способов учебной деятельности обучающихся;

–выявить и обосновать новые математические результаты в ходе освоения и исследования этапов проявления сущности обобщенного конструкта (построить спираль фундирования сущности); построить графы согласования учебных элементов школьной математики с элементами обобщенных конструкций; обеспечить наглядность моделирования и высокий уровень учебной мотивации школьников в контексте актуализации приложений и конкретизации сущности обобщенного конструкта;

–отразить и актуализировать тезаурус синергии математического образования в ходе исследовательской деятельности обучающихся: флуктуации, точки бифуркации, аттракторы, бассейны притяжения и т. п.;

–развивать дивергентное мышление и творческую самостоятельность обучающихся на фоне освоения интегративных конструктов математических знаний и процедур, учета вероятных и невероятных обстоятельств, конструирования содержания, этапов, базовых и вариативных характеристик объекта проектирования;

–развивать умения адаптироваться и развиваться в социальных коммуникациях и когнитивной деятельности на основе диалога математической, информационной, естественнонаучной и гуманитарной культур.

Технология исследования «зоны современных достижений в науке» в обучении математике с синергетическими эффектами основана на поэтапном *феноменологическом типе* раскрытия сложной сущности обобщенного конструкта «зоны» средствами математического и компьютерного моделирования в условиях диалога и единства математической, информационной, естественнонаучной и гуманитарной культур [20].

4. Характеристика параметров технологии исследования «зоны современных достижений в науке»: *Нечеткие множества и fuzzy–logic*.

*Проблема:* невозможность адекватного исследования сложной прикладной задачи в экономике, технике, коммуникации средствами компьютерного моделирования и вычислительного эксперимента: сложность визуализации и невозможность точности измерений, множественность решений и абстрактность процедур.

*Сущность обобщенного конструкта* сложного знания «зоны современных достижений в науке»: математическое моделирование сложных проявлений реальных систем и процессов управления средствами нечетких множеств, алгебры и логики.

*Формы и средства*: ресурсные и лабораторно–расчетные занятия, работа в малых группах, уроки–лекции, педагогические программные продукты, банки заданий, тренинги презентации, ClassPad400, GeoGebra, интерактивные доски, Web–ресурсы, кроссплатформенная среда Qt Creator, проектная деятельность, деловые игры.

*Инновации*: потенциал синергии реализован визуализацией динамики функциональных зависимостей и параметров нечеткого моделирования множеств, алгебр и логики в ходе адаптационных процессов средствами математического и компьютерного моделирования (использован ClassPad400 и MathCad для исследования предела рациональных и трансцендентных функций в одномерном, двумерном и трехмерном случаях) — построение поляр, аттракторов, бассейнов притяжения, флуктуации начальных параметров; нахождение  $\min N(\varepsilon)$  и реализация сценария деловой игры в исследовательской деятельности малых групп. Разработан кластер фундирования сущности понятия предела функции с преемственностью содержания, форм, средств, методов и технологий в контексте интеграции компьютерного и математического моделирования процессов проявления синергии, актуализации и единства математических знаний из разных областей, мотивационно–прикладного сопровождения процессов проявления сущности.

*Кластер фундирования обобщенного конструкта (Нечеткие множества и fuzzy–logic) с актуализацией атрибутов синергии*: представляет собой дидактическую модель фундирования проявлений синергии и адаптации сущности обобщенного конструкта из 4 фаз: *первоначального уровня* освоения сущности — предел функции на интуитивно–наглядном уровне, *функционального этапа* осознания и коррекции функций, параметров и условий предельного процесса, *операционного этапа* осознания и обобщенности временной и функциональной последовательности действий освоения сущности предела функции, *оценочного этапа* эмпирической верификации результатов, количественного и качественного анализа действий средствами математического моделирования и компьютерного дизайна, *интегративного этапа*, направленного на умение переводить ситуацию освоения сущности на процессы моделирования, обобщения и переноса. Каждый этап интегрирован с тремя спиралями фундирования средств оснащения процессов развертывания и адаптации сущности обобщенного конструкта: *мотивационно–прикладным сопровождением процессов освоения сущности* (диаграммы Заде и Венна, логические операции и теоремы, эталоны и образцы приложений: повышение качества изображений, сегментация изображений и выделение контуров на изображениях; автоматическое управление карусельной печью в производстве цемента (Mamdani, 1977); автоматическая стиральная машина (Zimmerman, 1994); обработка изображений (Fijiwara, 1991; Franke, 1994); системы управления движением транспорта (Sasaki, 1988; Voit, 1994); лечение диабета и контроль уровня сахара в крови (Jakoby, 1994; Kageyama, 1990); *математическим и компьютерным моделированием проявления синергетических эффектов и атрибутов* (булевы алгебры, матрицы, элементарные функции и графики, алгебраические операции и правила логических выводов, евклидово расстояние и расстояние Хэмминга, FAT–теорема Коско (Fuzzy Approximation theorem) и нейронные сети Кохонена, эвристические и генетические алгоритмы, метод дефазсификации) и *этапами адаптации обобщенного конструкта к школьной математике* (мотивационном, ориентировочно–информационной насыщенности, процессуально–деятельностном, контрольно–коррекционным и обобщающе–преобразующим).



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 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 в структуре функционирования кластера фундирования 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 обогатенности, 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: интуиция, вербализация, наглядное моделирование, формализация, рефлексия, верификация, на основе синтеза конвергентного и дивергентного мышления.

#### *Технологические конструкты когнитивной деятельности*

5. Компоненты, актуализация и организация процессов адаптации обобщенного конструкта «зоны современных достижений в науке» (*нечеткое множество и fuzzy logic*) к содержанию *школьной математики* (вариативность дефиниций, способов представления и условий существования — историогенез, практико-ориентируемость, экспериментальные и прикладные методы и процедуры; верификация аналогий и ассоциаций обобщенного конструкта, компьютерное и математическое моделирование конкретных проявлений сущности обобщенного конструкта; противоречия и доступность математического аппарата и методов — графы согласования знаний и методов, наглядное моделирование и фундирующие процедуры; актуализация атрибутов синергии и интеграции знаний, поиск устойчивых кластеров эмпирических обобщений и приложений (уроки-лекции, видео-клипы, лабораторно-расчетные занятия, ресурсные занятия, проектные методы, компьютерный дизайн и вычислительные процедуры, презентации, деловые игры, научные конференции и семинары):

–*Мотивационное поле*: Наглядное моделирование (*уроки-лекции, видео-клипы, проектная деятельность, презентации, деловые игры*) мотивационно-прикладных ситуаций различного толкования нечетких множества и fuzzy logic:

–*нечеткие множества*: диаграммы Заде и Венна, типы и построение функции принадлежности для приложений; характеристики нечетких множеств; автоматическое управление карусельной печью в производстве цемента (Mamdani, 1977);

–повышение качества изображений, сегментация изображений и выделение контуров на изображениях; *нейронные сети*; обработка изображений (Fijiwara, 1991; Franke, 1994);

–*нечеткий вывод*: этапы, операции, фаззификация и дефаззификация, системы управления движением транспорта (Sasaki, 1988; Voit, 1994);

–*нечеткое управление*: нечеткие нейронные сети, автоматическая стиральная машина (Zimmerman, 1994); лечение диабета и контроль уровня сахара в крови (Jakoby, 1994; Kageyama, 1990).



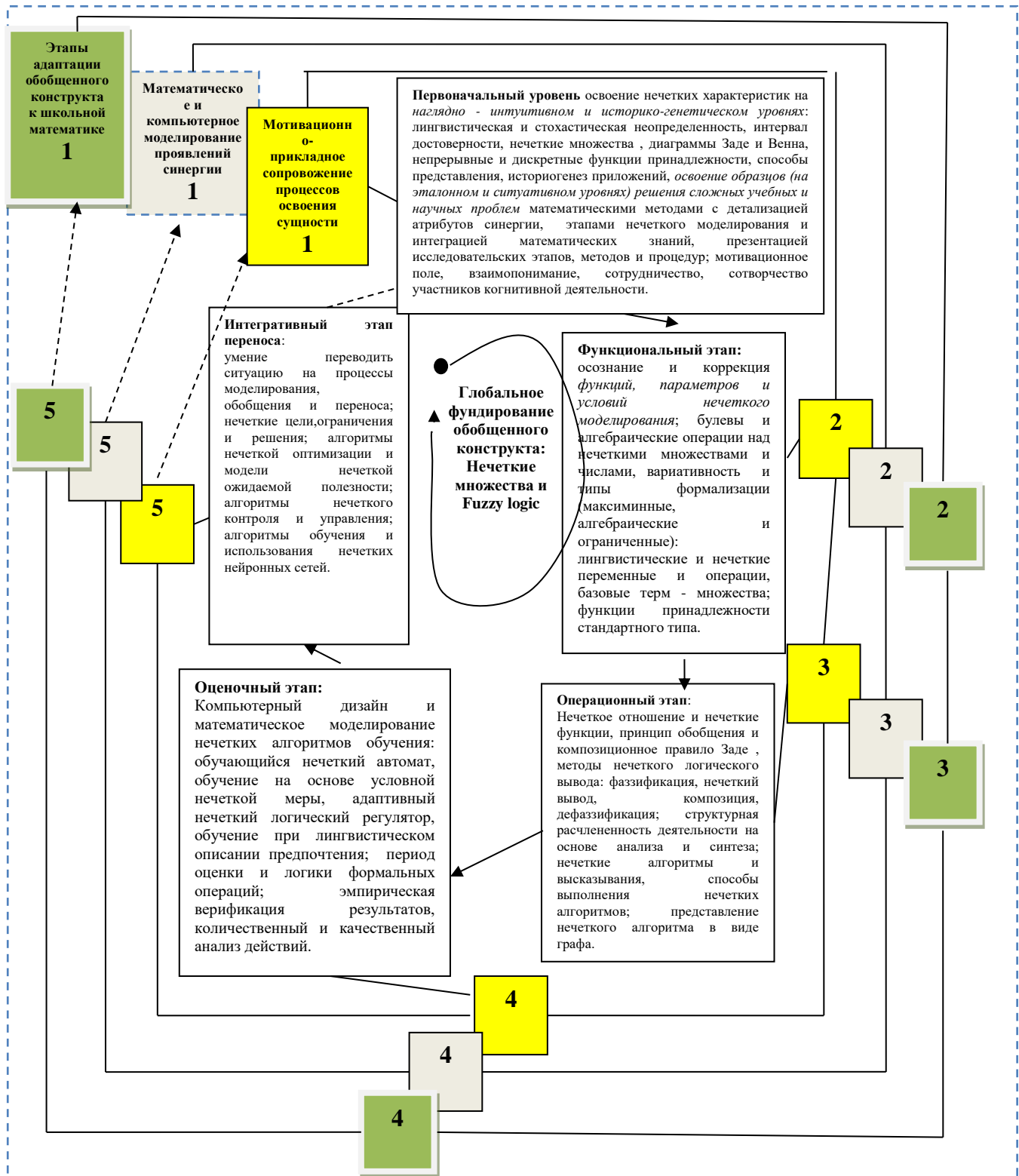


Рисунок 3. Кластер фундирования проявлений синергии в адаптации обобщенного конструкта «нечеткое множество и fuzzy logic»

Данная фаза соответствует этапу 1–2 и адекватно реализуется в 10–12 мероприятиях урочной или внеурочной деятельности.

–*Задачи* для актуализации развертывания *индивидуальных образовательных траекторий для малых групп школьников* (определение состава и направленности малых групп, распределение ролей, выбор и актуализация практико–ориентированной исследовательской деятельности по этапам фундирования и адаптации обобщенного конструкта — см. Рисунок 1):

1.1. Презентовать историко–генетическое и проблемное обоснование появления и приложений нечетких множеств и fuzzy logic Л.Заде средствами наглядного моделирования (построение, вычисление, свойства, вариации, лабораторно–расчетные занятия, использование ClassPad400 [21], выявление тенденций и фаз, презентации);

1.2. Исследовать средствами компьютерного и математического моделирования реальный функционал, операциональность и лингвистический контекст процессов и процедур, эффективно решаемых использованием нечетких множеств и fuzzy logic (концептуальное моделирование, математические модели и компьютерный дизайн, вариации и характеристики, вычисление и построение, прикладные задачи, ресурсные и лабораторно–расчетные занятия, использование MathLab, ClassPad400, GeoGebra, Excel, выявление закономерностей и презентации);

1.3. Экспериментально исследовать средствами компьютерного и математического моделирования способы и вариативность построения нечетких множеств и нечеткого управления (построение, вычисление, вариации, прикладные задачи, лабораторно — расчетные занятия, использование ClassPad400, кроссплатформенной среды Qt Creator, выявление закономерностей и презентации);

1.4. Исследовать средствами компьютерного и математического моделирования приложения и прикладные задачи на основе использования нечетких множеств и fuzzy logic (построение, вычисление, вариации, прикладные задачи, ресурсные и лабораторно — расчетные занятия, использование ClassPad400, систем компьютерной алгебры Maple, MathCad, MathLab, выявление закономерностей и презентации).

*Данная фаза соответствует этапу 1–4 и адекватно реализуется в 10–12 мероприятиях урочной или внеурочной деятельности.*

Множественное целеполагание процессов исследования обобщенного конструкта «зоны современных достижений в науке» (нечеткие множества и fuzzy logic) — выявление содержания, этапов фундирования сущности обобщенного конструкта (нечеткие множества и fuzzy logic), формализации, историогенеза, наличие образцов проявления сущности на эталонном и ситуативном уровнях; наглядное моделирование интеграции (графы согласования) математических, информационных, гуманитарных и естественнонаучных знаний на этапах проявления сущности; создание ситуаций интеллектуального напряжения и самоорганизации обучающихся, актуализация неопределенности и точек бифуркации математических процедур, механизмов самоопределения и самоактуализации в проблемных ситуациях в ходе освоения компонентов сущности обобщенного конструкта; множественный опыт решения микропроблем математического образования в режиме “warming up” и развития надситуационной активности (эмоциональное переживание, рефлексия, наглядное моделирование, инсайт, верификация решения, перенос); создание творческой среды в процессе освоения сущности обобщенного конструкта (стимулирование ситуации успеха; работа в малых группах и диалог культур; толерантность к неопределенности; готовность к дискуссиям и множественности решений проблемы; выявление и популяризация образцов творческого поведения и его результатов); сбор и разнообразие форм и методов представления информации, вероятно–статистический, контентный, графический,

кластерный, математический анализ данных, выявление закономерностей, аналогий, ассоциаций, динамики исследуемых процессов, явлений и фактов; освоение статистических пакетов и офисных редакторов, малых средств информатизации, систем компьютерной алгебры и Web-поддержки; анализ возможностей ИКТ — средств для проверки адекватности решения сложных задач математическими методами; развитие дивергентного мышления на фоне освоения интегративных конструктов, учета вероятных и невероятных обстоятельств, конструирования содержания, этапов, базовых и вариативных характеристик объекта проектирования; теоретическое и эмпирическое обобщение знаний и методов, интеграция знаний и методов на фоне получения нового качества взаимодействия, актуализация и становление в «зонах ближайшего развития» личностного опыта; умения адаптироваться и развиваться в социальных коммуникациях на основе диалога математической, информационной, естественнонаучной и гуманитарной культур; оценка истинности гипотез, прогноза и стратегий, их модификация, оценка методов и процедур нахождения результатов, варьирование условий и данных задачи; учет вероятных и невероятных обстоятельств, оценка их эффективности, умение ставить и решать задачи в условиях неопределенности; самоанализ эффективности стратегий и методов решения, выбор оптимального пути решения проблемы; самостоятельная постановка задачи и методов ее решения, надситуативный уровень мышления, стремление к преодолению стереотипов, гармонизация рефлексивных выходов, новый творческий продукт, оценка и прогноз дальнейших действий, мотивация самоактуализации.

*Данная фаза соответствует всем этапам 1–4 и адекватно реализуется в мероприятиях урочной или внеурочной деятельности.*

6. Актуализация атрибутов синергии (бифуркации, аттракторы, флуктуации, бассейны притяжения) в процессе исследования обобщенного конструкта (нечеткие множества и fuzzy logic) — *Формы:* дистанционное обучение проектных групп, лабораторно-расчетные занятия, многоэтапные математико-информационные занятия, научные конференции и семинары, сетевое взаимодействие и дискуссионные форумы; *Средства:* математическое и компьютерное моделирование, QT Creator — кроссплатформенная свободная IDE для разработки на C++, педагогические программные продукты, малые средства информатизации ClassPad400, WebQuest — как средство интеграции Web-технологий с учебными предметами, Wiki-sites, Messenger, Skype; *Технологии:* графы согласования математических знаний и процедур, работа в малых группах, WebQuest — как технология самоорганизации в коллективном творчестве, метод проектов, Wiki-технология, наглядное моделирование, фундирование опыта личности.

*Данная фаза соответствует всем этапам 1–4 и адекватно реализуется в мероприятиях урочной или внеурочной деятельности.*

7. *Эффективный диалог математической, информационной, естественнонаучной и гуманитарной культур на основе компьютерного и математического моделирования компонентов и этапов адаптации обобщенного конструкта «зоны современных достижений в науке» (нечеткие множества и fuzzy logic) к школьной математике.* Диалог гуманитарной, информационной, математической и естественнонаучной культур в образовательном пространстве будем рассматривать как взаимодействие, взаимовлияние, взаимообогащение областей знания, которое дает представление о разных способах познания и осознания действительности (рациональном естественнонаучном и иррациональном гуманитарном) на основе открытости информационных сред, принципиально различных, несоизмеримых, но взаимопроникающих типах нелинейного мышления (логическом и

интуитивном), способах восприятия информации (дигитальном и визуальном), формирует у обучающихся целостное представление о природе, обществе, человеке, является фактором развития постнеклассических ценностей, междисциплинарного системного знания. Процесс проявления синергии знаний и процедур реализуется поэтапно согласно выделенным уровням актуализации диалога культур в направлении развертывания фундирующих дидактических процедур оснащения и освоения сущности обобщенного конструкта «зоны современных достижений в науке» и получения вероятно гарантированных результатов обучения математике:

–*структурно–логический уровень* интеграции знаний и процедур различных дисциплин в контексте диалога и единства многообразия культур в освоении обучающихся (в малых группах, деловых играх, сетевых взаимодействиях, презентациях, научных конференциях и семинарах) образцов проявления синергии на эталонном и ситуативном уровне исследования конкретных естественнонаучных и гуманитарных проблем математическими и компьютерными методами (распределение ролей в малых группах, построение и актуализация графов согласования межпредметных знаний и процедур, множественность формализации и конкретизации сущности обобщенного конструкта, освоение на практико–ориентированном уровне приемов логического и интуитивного мышления, варьирование модальностей восприятия информации — знаково–символической, образно–геометрической, вербальной, конкретно–деятельностной и тактильно–кинестетической);

–*уровень актуализации единства и особенностей диалога культур* в многообразии межкультурной коммуникации в продуктивном освоении этапов развертывания сущности обобщенного конструкта (нечеткие множества и fuzzy logic). Это проявляется в углубленном исследовании конкретной проблемы современного научного знания на основе многообразия проявлений математических структур (геометрических, алгебраических, топологических, стохастических), использования многообразия средств компьютерного моделирования (систем динамической геометрии — GeoGebra, Математический конструктор, Autograph, компьютерной алгебры — Mathcad, MathLab, Maple, Mathematica, малых средств информатизации — ClassPad400, кроссплатформенной среды Qt Creator, педагогические программные продукты, Web 2.0., Wiki и др.), естественнонаучных и гуманитарных приложений на основе математического и компьютерного моделирования. При этом основой диалога культур являются проявления сущности обобщенного конструкта на данном этапе изучения. Дополнительно могут быть реализованы формы: проектная деятельность, WebQuest, тренинги;

–*уровень самоорганизации и саморазвития межкультурных взаимодействий* в контексте актуализации сущности обобщенного конструкта (появление побочных продуктов, преобразование форм и методов, варьирование параметров и условий диалога культур, появление устойчивого интереса и ценностного отношения к другим культурам, разработка интегративных курсов и программ с целями и результатами достижения синергетических эффектов.

*Данная фаза соответствует всем этапам 1–4 и адекватно реализуется в мероприятиях урочной или внеурочной деятельности.*

Следующая Таблица представляет распределение мероприятий по исследованию «зоны современных достижений в науке» обобщенного конструкта «Нечеткие множества и fuzzy logic» в профильных классах старшей школы например, профиль углубленного изучения математики, экономический или инженерно–технологический профиль).

Аналогично могут быть исследованы другие «зоны современных достижений в науке»: элементы фрактальной геометрии, клеточные автоматы, кодирование и шифрование

информации, теория хаоса и катастроф. Как показывает рассмотренный пример лонгитюдное исследование «зон современных достижений в науке» предъявляет повышенные требования к их отбору и количеству, в то же время развивающий эффект от освоения школьниками сложного знания в контексте современных достижений в науке и диалога математической, информационной, естественнонаучной и гуманитарной культур трудно переоценить.

Таблица.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ  
 ПО ИССЛЕДОВАНИЮ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ И FUZZY LOGIC

Формы, методы, средства, технологии	10 класс		11 класс	
	Этап 1	Этап 2	Этап 3	Этап 4
Урок-лекция	●			●
Видеоклипы	●		●	●
Ресурсные занятия	●			●
Лабораторно-расчетные занятия	●		●	
Презентации	●	●	●	●
Деловые игры	●			●
Проектные методы		●	●	●
WebQuest				●
Web2.0, адаптивные интерактивные среды дистанционного обучения		●	●	
Программные продукты	●	●	●	●
Комплексы мотивационно-прикладных, исследовательских задач	●	●		●
Элективные и факультативные курсы	●			●
Qt Creator, GeoGebra, MathCad, ClassPad400	●	●	●	●

*Результаты*

Таким образом, разработана технология исследования и адаптации «зон современных достижений в науке» в математическом образовании школьников с проявлением синергетических эффектов и атрибутов. Выявлены сущность, критерии отбора и задачи исследования «зоны современных достижений в науке», а также реализованы и конкретизированы технологические конструкты для освоения обобщенного конструкта «Нечеткие множества и fuzzy logic». Построен кластер фундирования процессов адаптации сущности обобщенного конструкта с актуализацией атрибутов и этапов проявления синергии в процессе обучения математике. Именно, исследованы на основе множественного целеполагания проявления бифуркационных переходов и флуктуации нечетких моделей реальных процессов и динамических процедур, визуализированы и исследованы этапы адаптации обобщенного конструкта к наличному содержанию школьной математики в направлении доступности знаний и процедур. Интеграция математических, информационных, естественнонаучных и гуманитарных знаний в контексте диалога и единства культур реализована как дидактический механизм актуализации и проявления синергии в обучении математике с использованием компьютерного и математического моделирования.

*Заключение*

Выявление и исследование «зон современных достижений в науке» в обучении математике школьников средствами компьютерного и математического моделирования



позволяет осваивать обобщенные конструкторы базовых учебных элементов в контексте диалога культур и интеграции знаний из различных областей наук. При этом открытость образовательной среды, сложность математических конструкций, множественность целеполагания и возможность получения побочных продуктов создают основу для эффективного развития интеллектуальных операций мышления, повышают учебную и профессиональную мотивацию, креативность и самоорганизацию личности в контексте межкультурных коммуникаций.

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

*Список литературы:*

1. Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1958
2. Смирнов Е. И. Технология наглядно-модельного обучения математике. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 1997. 323 с.
3. Смирнов Е. И., Поваренков Ю. П., Шадриков В. Д., Афанасьев В. В. Подготовка учителя математики: Инновационные подходы: учебное пособие / под ред. проф. В. Д. Шадрикова. М.: Гардарики, 2002. 383 с.
4. Смирнов Е. И. Фундирование опыта в профессиональной подготовке и инновационной деятельности педагога. Ярославль: Scientific magazine Kontsep, 2012. 654 с.
5. 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.
6. Смирнов Е. И., Богун В. В., Уваров А. Д. Синергия математического образования: Введение в анализ. Ярославль: Канцлер, 2016. 216 с.
7. Смирнов Е. И. Наглядное моделирование нелинейной динамики проявления сущности математических понятий и процедур // Труды XIV Международных Колмогоровских чтений, к 100-летию профессора З. А. Скопца. Коряжма: ООО «Редакция газеты «Успешная»», 2017. С. 16-30.
8. Реан А. А. Психология адаптации личности. СПб.: Прайм-Еврознак, 2008. 479 с.
9. Толстых Ю. И. Современные подходы к категории «адаптационный потенциал» // Известия ТулГУ. Гуманит. наука. 2011. №1. С. 493-496.
10. Сороко С. И. Индивидуальные стратегии адаптации человека в экстремальных условиях // Философия человека. 2012. Т. 38. №6. С. 78-86.
11. 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.
12. Осташков В. Н., Смирнов Е. И., Белоногова Е. А. Синергия образования в исследовании аттракторов и бассейнов притяжения нелинейных отображений // Ярославский педагогический вестник. Серия психолого-педагогических наук. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2016. №6. С. 146-155.
13. Секованов В. С. Элементы теории дискретных динамических систем. С-Петербург: Изд-во «Лань», 2016. 180 с.
14. Смирнов, Е. И., Бурухин С. Ф. Сложность задач и синергия математического образования // «Задачи в обучении математике, физике и информатике: теория, опыт и инновации»: материалы междунар. научно-практ. конф., посвященной 125-летию П. А. Ларичева. Вологда: 2017. С. 11-17.

15. 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.

16. Осташков В. Н., Смирнов Е. И., Белоногова Е. А. 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.

17. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 166 с.

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

19. Смирнов Е. И. Технология наглядно-модельного обучения математике. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 1997. 323 с.

20. Дворяткина С. Н. Развитие вероятностного стиля мышления студентов в обучении математике на основе диалога культур: автореф. дисс. ... д-ра пед. наук. Елец, 2012. 48 с.

21. Богун В. В., Смирнов Е. И. Лабораторный практикум по математическому анализу с графическим калькулятором. Ярославль: Изд-во «Канцлер», 2010. 185 с.

#### References:

1. Rubinshtein, S. L. (1958). About thinking and ways of its research. Moscow, Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR. (in Russian)

2. Smirnov, E. I. (1998). Technology of visual-model training in mathematics. Yaroslavl, IGPU. 323. (in Russian)

3. Afanasiev, V. V., Povarenkov, Yu. P., Smirnov, E. I., & Shadrikov, V. D. (2002). Preparation of the teacher of mathematics: Innovative approaches. Moscow, Gardariki, 383. (in Russian)

4. Smirnov, E. I. (2012). Funding of experience in vocational training and innovative activity of the teacher: monograph. Yaroslavl, Scientific magazine Kontsep, 654. (in Russian).

5. Smirnov, E. I., Uvarov, A. D., & Smirnov, N. E. (2017). Computer design of nonlinear growth of “areas” of the irregular cylinder Schwartz. *Euroasian scientific review*, (8), 35-55. (in Russian)

6. Smirnov, E. I., Bogun, V. V., & Uvarov, A. D. (2016). Sinergy of mathematical education: Introduction to the analysis: monograph. Yaroslavl: *Kantsler publishing house*, 216. (in Russian)

7. Smirnov, E. I. (2017). Visual modeling of non-linear dynamics of the manifestation of the essence of mathematical concepts and procedures. *Proceedings of the XIV International Kolmogorov Readings, to the centenary of Professor Z. A. Skopets. Koryazhma: Editorial Board of the newspaper “Successful”*, 16-30. (in Russian)

8. Rean, A. A. (2008). Psychology of personality adaptation. SPb: Prime-Euroznak, 479

9. Tolstykh, Yu. I. (2011). Modern approaches to the category “adaptive potential”. *Izvestiya TulGU. Gumanit. nauka*, (1), 493-496. (in Russian)

10. Soroko, S. I. (2012). Individual strategies of human adaptation in extreme conditions. *Philosophy of man*, 38, (6), 78-86. (in Russian)

11. Dvoryatkina, S. N., & Smirnov, E. I. (2016). Evaluation of synergetic effects of integration of knowledge and activity on the basis of computer modeling. *Modern Information Technologies and IT Education. Moscow, Moscow State University*, 35-42. (in Russian)

12. Ostashkov, V. N., Smirnov, E. I., & Belonogova, E. A. (2016). Synergy of education in a research of attractors and pools of attraction of nonlinear displays. *Yaroslavl pedagogical bulletin*, (6). 146-155. (in Russian)
13. Secovanov, V. S. (2016). Elements of the theory of discrete dynamical systems. St. Petersburg: Lan, 180. (in Russian)
14. Smirnov, E. I. & Burukhin, S. F. (2017). Complexity of problems and synergy of mathematical education. *Problems in teaching mathematics, physics and computer science: theory, experience and innovations: materials of the international. Scientific-practical. dedicated to the 125th anniversary of PA Larichev. Vologda, 11-17*
15. Rozanova, S. A. (2016). Synergy effects of mathematical, natural-science and humanities education: structure, main characteristics. *Mathematics, physics and informatics and their applications in science and education: a collection of abstracts of reports of the international school-conference of young scientists. Moscow, MIREA, 243-245.* (in Russian)
16. Ostashkov, V. N., Smirnov, E. I., & Belonogova, E. A. (2016). Synergy of education in a research of attractors and pools of attraction of nonlinear displays. *Yaroslavl pedagogical bulletin*, (6), 146-155. (in Russian)
17. Zade, L. (1976). Concept of a linguistic variable and its application to acceptance of approximate solutions. Moscow, Mir, 166. (in Russian)
18. Smirnov, E. I., & Abaturova, V. S. (2015). The directions and ways of expansion of the founding modes of development of the future teacher's identity. *Yaroslavl pedagogical bulletin*, (6), 37-43. (in Russian)
19. Smirnov, E. I. (1997). Technology of evident and model training in mathematics: monograph. Yaroslavl, YSPU, 323. (in Russian)
20. Dvoryatkina, S. N. (2012). Development of probable style of students' thinking in training in mathematics on the basis of a dialogue of cultures: Author's thesis. ... Candidate of Pedagogical Sciences, Yelets, 48. (in Russian)
21. Bogun, V. V., & Smirnov, E. I. (2010). A laboratory workshop on the mathematical analysis with the graphic calculator: manual. Yaroslavl, Kantsler, 185. (in Russian)

Работа поступила  
в редакцию 13.11.2017 г.

Принята к публикации  
17.11.2017 г.

---

Ссылка для цитирования:

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. Электрон. журн. 2017. №12 (25). С. 508-528. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/smirnov> (дата обращения 15.12.2017).

Cite as (APA):

Smirnov, E., Uvarov, A., & Smirnov, N. (2017). Synergy of adaptation of modern achievements in science to teaching mathematics in a specialized school. *Bulletin of Science and Practice*, (12), 508-528