

**Е. И. Смирнов, Н. Е. Смирнов, А. Д. Уваров**

**Этапы технологического сопровождения процесса самоорганизации  
в математическом образовании будущего педагога**

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

В статье выявляются особенности, характеристики, этапы и факторы взаимозависимости сложности математических задач и проблемы самоорганизации будущего педагога в контексте развертывания синергетических эффектов в математическом образовании. Выявлены характеристики готовности будущего педагога к инновационной деятельности в обучении математике на основе решения сложных задач в актуализации процессов познавательной самостоятельности в направлении самоорганизации и саморазвития. Охарактеризованы этапы технологического сопровождения процессов самоорганизации в математическом образовании: подготовительный, содержательно-технологический, оценочно-коррекционный, обобщающе-преобразующий. Определены параметры и содержательные конструкты сопровождения деятельности педагога и обучающегося в условиях синергии математического образования. Проводимое исследование показало важность и возможность проявления синергетических эффектов в обучении математике будущего педагога на основе адаптации современных достижений в науке и освоения сложного знания. Исследование результатов наглядного моделирования сложного знания в ходе развертывания информационных, естественно-научных, гуманитарных и математических процессов на основе диалога культур и интеграции фундирующих процедур и личного гуманитарного опыта студентов показало, что при этом активизируются мотивационные и когнитивные структуры в процессе изучения математики, что способствует переходу процессов развития в процессы саморазвития и успешному освоению математической деятельности будущими педагогами.

Ключевые слова: сложность математических задач, синергия образования, фундирование опыта личности, наглядное моделирование.

**E. I. Smirnov, N. E. Smirnov, A. D. Uvarov**

**Stages of Technological Support of the Process of Self-Organization  
in the Future Teacher's Mathematical Training**

In the article features, characteristics, stages and factors of interdependence of complexity of mathematical sums and the problem of self-organization of the future teacher in the context of expansion of synergetic effects in mathematical education are revealed. Here is revealed readiness characteristics of the future teacher for the innovative activity in training in mathematics on the basis of the solution of complex sums in updating of informative independence processes in the direction of self-organization and self-development. Stages of technological support of self-organization processes in mathematical education are characterized: preparatory, substantial and technological, evaluating and correctional, generalizing-reformative. Parameters and substantial constructs of support of the activity of the teacher and the student in conditions of the mathematical education synergy are determined. The conducted research has shown importance and possibility of existence of synergetic effects in the future teacher's training in mathematics on the basis of adaptation of modern achievements in science and development of difficult knowledge. The research of results of the visual modeling of difficult knowledge during expansion of information, natural-science, humanitarian and mathematical processes on the basis of the dialogue of cultures and integration of the funding procedures and personal humanitarian experience of students has shown that at the same time motivational and cognitive structures in the course of studying mathematics become more active, and that promotes transition of development processes into the self-development processes and success of development of future teachers' mathematical activity.

Keywords: complexity of mathematical sums, education synergy, funding of the personality's experience, visual modeling.

**Введение.** Математическое образование в России как элемент культурно-исторического возрождения нации и необходимый атрибут становления и социализации современного члена общества приобретает в последние десятилетия новые особенности и сферы проявления гуманитарной и прикладной значимости. Это касается проблем эффективности функционирования разных ступеней и типов образовательных систем, таких как школы, вузы, средние специальные институты,

инклюзивное образование и т. п. При этом факторы изменений в математическом образовании определяются характером и динамикой взаимодействия внешней среды (традиции, задачи и ценности общества, состав и структура образовательных институтов, сложность знаково-символических систем на основе математического моделирования в науке и технике, в живой и неживой природе и т. п.) и состоянием процессов фундирования и актуализации личностных

предпочтений обучающихся. Последние проявляются на основе их самоопределения и самоорганизации как этапов, ведущих к самоактуализации и саморазвитию личности посредством выстраивания иерархий понимания предметной сущности на основе наглядного моделирования. При этом эффективность математического образования может быть достигнута в контексте актуализации параметров порядка образовательной системы (ценности, мотивы, широта опыта, дидактические правила, обобщенность знаково-символических структур, состав и выраженность личностных качеств) на основе поэтапного и дозированного включения в когнитивный процесс обучения математике ситуаций оперирования и освоения сложного знания. Так например, в основной образовательной программе вуза должны быть формализованы и материализованы в виде конкретных учебных дисциплин и форм учебной деятельности не только дидактические (когнитивные) процессы, формирующие целеполагание (в том числе, множественное), приобретение, применение и преобразование опыта личности на основе технологий решения сложных задач наглядного моделирования и адаптации к текущему обучению современных проблем науки и техники, экономики и реальной жизни, но также адаптационные процессы, характеризующие профессиональные пробы принятия студентом профессии педагога и личностные процессы, направленные на фундирующие модусы проявления особенностей освоения когнитивного опыта и развитие мотивационной и эмоциональной сфер, рефлексивного контроля и саморегуляции, самооценки и выбора, интеллектуального развития, способностей и креативности личности.

Таким образом, инновационная технология обучения математике будущего педагога на современном этапе представляет собой готовность личности к поэтапному освоению математической деятельности, соединяющую в себе синергетические эффекты развертывания теоретического или объектно-сущностного (приобретение опыта), процессуально-деятельностного (применение и преобразование опыта), личностно-адаптационного (развитие личностных характеристик, интеллекта) компонентов технологии решения сложных задач в контексте реализации личностных предпочтений с высоким уровнем развития учебной и профессиональной мотивации.

**Методология, технологии и методы.** Разработка философской концепции сложности

(И. Кант, Г. В. Гегель, И. Пригожин, Г. Хакен, В. В. Орлов, И. С. Утробин, Х. Альвен и др. [1, 5, 11]) 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.). Исследователи делают вывод о том, что сложность является интегрирующей характеристикой способности к самоорганизации при достижении определенных критических ее уровней. «...Сложность материального мира как бесконечное многообразие “преобразуется” в систему единства многообразий, связанных между собой механизмом усложнения и определенных направлений в сторону роста сложности характера развития...» [11].

История развития человечества наглядно демонстрирует эффективность формирования и развития функциональных возможностей человека в процессе актуализации и фундирования опыта *решения сложных задач* (РСЗ) (в терминологии А. Н. Подъякова [7] – *комплексное решение проблем*) в контексте реализации личностных предпочтений в познавательной деятельности и творческой самостоятельности. Данный подход особенно важен для математического образования, где естественным образом возникающие многоступенчатые абстракции предметного содержания создают условия для таких обобщений фундирующих модусов и требуют выявления и актуализации особенностей личностных предпочтений обучаемых с целью повышения качества освоения и генерализации предметного содержания. Примером и показателем внимания к этому направлению могут служить известные психологические исследования математического образования, проведенные Л. В. Занковым, Н. Ф. Талызиной, В. А. Крутецким, И. С. Якиманской, Ю. П. Поваренковым, В. Д. Шадриковым и другими крупными отечественными и зарубежными психологами, педагогами и изобретателями. Так, П. А. Френч и Д. Функе [12] определяют РСЗ как многошаговую поведенческую и когнитивную активность, направленную

на преодоление большого числа заранее неизвестных препятствий между нечеткими, динамически изменяющимися целями и условиями. Одним из путей повышения эффективности РСЗ известный российский ученый Г. С. Альтшуллер [2] (работал над идеей изобретательского творчества (ТРИЗ) и проблемой ускорения изобретательского процесса) считал возможность исключения из него элементов случайного (инсайт, метод проб и ошибок, эмоциональное состояние и т. п.). Им было выявлено 76 стандартов решения изобретательских задач как комплексов приемов для устранения противоречий в различных сферах творчества (технологические, физические, химические и другие эффекты).

Вместе с А. Н. Подьяковым [7] отметим следующие *особенности* в решении сложных задач в математическом образовании:

– в поведении и развитии комплексной динамической системы всегда есть доля *неопределенности и непредсказуемости*; она требует *множества разнообразных описаний и решений*, отличающихся друг от друга и дополняющих друг друга; не менее эффективными орудиями являются понятия нестрогие и нечеткие, построенные на основе эмпирических, а не теоретических обобщений, а также динамические образные представления, которые нецелесообразно фиксировать в виде строгих и точных понятий и устойчивых классификаций; необходимость развитости дивергентного мышления и понимания функционирования нечетких множеств и fuzzy-logics ([3]);

– комплексная система характеризуется внутренней динамикой существенного – изменениями собственных системообразующих свойств и зависимостей, то есть изменениями не только на уровне конкретных проявлений, но и на уровне своей сущности. В сложных системах в принципе *не может существовать инвариант структуры эффективной деятельности* (неизменная общая схема, план, алгоритм, применимые к любым ситуациям и позволяющие либо безошибочно решать любую задачу, либо доказывать ее неразрешимость). Эффективные правила (*фундирующие модусы* [9]) поэтапного развёртывания сущности могут быть выделены, но они будут с неизбежностью достаточно вариативны на основе *наглядного моделирования* [4] и принципиально зависимы от контекста;

– теоретические модели сколь угодно высокого уровня принципиально ограничены. Для эффективного исследования сложных динамиче-

ских систем *необходимы разнообразные поисковые пробы (экспериментальные срезы, сравнительный анализ конкретных проявлений, компьютерное моделирование, аналогии, анализ через синтез (С. Л. Рубинштейн) и т. п.) – реальные взаимодействия с системой*, 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;

– при исследовании сложной системы *необходима вариативность целеполагания* – постановка разнообразных, разнотипных и разноуровневых целей, которые могут конкурировать между собой. Одним из основных эмоциональных состояний человека при исследовании сложных систем является неуверенность, сомнение, готовность принять двоякие (на основе прогноза и случайные) результаты действий и т. д.;

– результаты деятельности человека со сложной системой, результаты взаимодействия с ней *не могут быть предсказаны полностью*, исчерпывающим образом. Для этого взаимодействия характерна множественность результатов. Получение продуктов с заранее заданными свойствами, и только их одних, невозможно. Наряду с прямыми, прогнозируемыми результатами образуются разнообразные побочные, непредсказуемые продукты.

Готовность к инновационной деятельности будущего педагога на основе проявления синергии математического образования и диалога культур – это интегративное единство личностных качеств и опыта педагога, ведущие к пороговому эффекту самоорганизации обучающихся и диалогу культур, направленное на успешное и творческое решение педагогических задач с опорой на нововведения в проектировании и самоорганизации учебной, обучающей и диагностической деятельности в ходе совместного с обучающимися согласованного освоения сложного знания при освоении современных достижений в науке. Опираясь на исследования М. М. Бахтина, Н. В. Коноплиной, Н. Ф. Кузьминой, В. С. Лазарева, Е. А. Михайличева, А. Н. Подьякова, Л. С. Подымовой, П. И. Пидкасистого, В. А. Сластенина, А. В. Хуторского, В. Д. Шадрикова и других, вы-

делим следующие компоненты и характеристики готовности:

– *мотивационно-ценностный* (от внешних стимулов в форме презентации и ценностного принятия современных достижений в науке и передовых методик их освоения в школе и вузе, идей и наличия вариативности образцов решения научных и научно-методических проблем с анализом и особенностями творческих решений (на эталонном и ситуативном уровнях) до широкого освоения содержания, средств и этапов математического моделирования сложного знания и комплексной деятельности, развития мотивов инновационной деятельности педагога на основе обретения и поддержки новых ценностей диалога информационной, математической, естественно-научной и гуманитарной культур и определения наиболее эффективных и успешных проявлений собственного педагогического опыта и личностных предпочтений обучающихся, условий и факторов творческой деятельности);

– *когнитивно-технологический* (развитость конвергентного и критического мышления в ходе анализа, прогноза и результативности когнитивной деятельности и творческой самостоятельности; отбор, постановка и поиск решения и поэтапного исследования сложных задач, детализирующих актуализацию современных достижений в науке, в том числе практико-ориентированных задач, систематизированных в форме фундирующих комплексов, адекватных задачам личностного становления обучающихся с фиксацией необходимых этапов: сбор и анализ данных личностных предпочтений и затруднений, возникновение гипотез и прогноза эффективности, анализ возможностей математического моделирования для поддержки и сопровождения эффективности освоения предметной области на основе диалога информационной, математической, естественно-научной и гуманитарной культур, проверка адекватности педагогических решений; проектирование иерархий математических моделей с актуализацией точек бифуркации и пороговых переходов на более высокие ступени самоорганизации; диагностическая поддержка личностных предпочтений в освоении инновационных методик и технологий решения сложных задач, например, «warming up»: проблема – рефлексия – наглядное моделирование – инсайт – анализ – перенос на многофункциональную проектную деятельность; конструирование спиралей и кластеров фундиро-

вания по типу: 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 и предпочтений, историко-генетическое оснащение спиралей фундирования знаний) на основе индивидуализации и становления индивидуальных образовательных маршрутов; умения адаптироваться и развиваться в социальных коммуникациях и сетевых взаимодействиях на основе диалога культур;

– *методологический* (технологическая готовность к самоорганизации и проектировочная культура диалога информационных, математических, естественно-научных и гуманитарных знаний и способов деятельности; владение методиками и средствами математического моделирования и выстраивания иерархий сущностных проявлений сложного знания; знакомство с приемами и методами развития и саморазвития личности, интеллектуальных операций и способностей на основе освоения научного знания в контексте диалога культур; освоение технологий фундирования опыта личности и наглядного моделирования сложных математических объектов и процедур, расширения метакогнитивного опыта и др. в свете выявления личностных особенностей и предпочтений);

– *индивидуально-творческий* (развитие дивергентного мышления на фоне освоения интегративных конструктов психодиагностического опыта; опыт творчества и становления индивидуального стиля диагностической деятельности, наглядное моделирование на основе визуализации объектов и процессов; актуализация множественности решений на основе однозначности диагностических данных; интуиция и прогноз результатов, поиск и алгоритм решения, инсайт; проверка гипотез, их модификация и нахождение результатов; учет вероятных и невероятных обстоятельств, умение ставить и решать задачи в условиях неопределенности);

– *рефлексивно-деятельностный* (способность к педагогической рефлексии и освоенности ее типов (интеллектуальной, личностной, кооперативной и коммуникативной), поиску и анализу педагогических проблем и адекватных средств диагностики; создание ситуаций выбора и неопределенности, принятия решения с высокой степенью ответственности; мониторинг и оценка эффективности стратегий и их модификаций в процессе решения диагностических



задач; определение скорости и интенсивности когнитивных операций, регуляция эмоционального состояния);

– *оценочный* (оценка истинности гипотез, прогноза и стратегий; генерирование выводов в соответствии с результатами проверки; применение выводов к новым данным; анализ обобщений и рефлексивный контроль; осознание мотиваций и самомотивирование; верификация результатов).

Безусловно, данные характеристики имеют место, когда способности и активность личности оформляются как сложное синтетическое образование (С. Л. Рубинштейн [2]). Однако в ситуативной деятельности, на уровне становления опыта, личностных качеств и когнитивных актов мышления обучающегося, часть характеристик может иметь разную интенсивность проявления, требует соответствующих методик измерения и в перспективе поляризуется в направлении развития индивидуального стиля когнитивной деятельности от познавательной самостоятельности к процессам самоорганизации и саморазвития личности. Содержание проявления синергии математического образования знаменует переход от познавательной самостоятельности обучающегося к его творческому компоненту, а затем – к самоорганизации и самоопределению индивидуума [10].

Анализ педагогических исследований и практического опыта позволяет определить следующие *этапы становления инновационной деятельности будущего педагога* в условиях проявления синергии математического образования:

### **Этап 1. Подготовительный**

Характеризуется актуализацией и системным анализом базовых противоречий и кризисов, выявлением проблемных точек и затруднений в достижении успешности познавательной деятельности обучающихся и деятельности педагога; повышенным вниманием к развитию учеников и выявлению особенностей и предпочтений в мыслительных процессах, мотивации и рефлексии, креативности и коммуникативной деятельности обучающихся; формированием устойчивых мотивов поиска и освоения нового в педагогической деятельности, знакомство с базовыми характеристиками системогенетической теории управления и педагогической инноватики; определением особенностей индивидуального стиля педагогической деятельности в когнитивно-технологическом

и индивидуально-творческом компонентах; расширением и освоением базы научных данных и комплексом приемов научного исследования на фундирующей основе школьного предмета; сбором данных и освоением пакетов психодиагностических методик измерения динамики развития личностных процессов в когнитивной и аффективной областях.

При этом освоение методологии диагностируемого целеполагания и проектирования в ходе реализации исследовательского поведения школьников на основе инновационных стратегий в условиях актуализации наглядного моделирования, проявление инсайтов и рефлексии могут создать атмосферу повышения профессиональной и учебной мотивации.

### **Этап 2. Содержательно-технологический**

Характеризуется выбором объекта педагогического проектирования (содержание обучения, методы, формы, средства и т. п.) соответственно психолого-диагностическим результатам состояния ценностно-мотивационной сферы, личностных качеств обучаемых, научным и познавательным интересам, умениям и навыкам владения информационными технологиями, уровню компетентности в психолого-педагогической поддержке диагностических процедур; конструированием содержания, этапов, базовых и вариативных характеристик объекта проектирования на основе учета особенностей и предпочтений в освоении математики; разработкой проекта и программы реализации содержания инновационных учебных дисциплин и интегративных конструкторов на основе определения базовых образовательных ценностей, актуализацией особенностей новообразований обучаемых в ходе организации учебного процесса; мониторингом и сравнительным анализом успешности изменений в личностных качествах обучаемых в ходе освоения инновационной деятельности со сложными объектами.

### **Этап 3. Оценочно-коррекционный**

Характеризуется текущим мониторингом результатов инновационной деятельности обучаемых; выявлением положительной и отрицательной динамики параметров и показателей порядка функционирования инновационного процесса, изменений в опыте и личностных качествах ученика (рефлексивные умения, креативность, особенности индивидуального стиля, самоактуализация личности); комплексом корректирующих механизмов принятия

инновации: содержательные и технологические конструкты на основе фундирования и наглядного моделирования, адаптивная регуляция и саморегуляция деятельности, параметры развития мотивационной, когнитивной и социальных сфер обучающихся.

#### Этап 4. Обобщающе-преобразующий

Характеризуется содержанием и характеристиками переноса инноваций в массовую практику; интеграцией индивидуального и социального в проектировании инновационных обобщающих конструктов; информационным обменом, социализацией и верификацией инновационной деятельности; характеристиками, параметрами и показателями становления индивидуального стиля деятельности педагога.

Учитывая личностную доминанту инновационной деятельности обучающегося при работе со сложными объектами математики на основе личностных смыслов познавательной активности, наш подход максимально приближен к пониманию творческой активности студента или школьника как инновационной. Наметим последовательность технологических конструктов и средств для развития инновационной деятельности будущего педагога и обучающегося в условиях синергии математического образования в соответствии с выявленными этапами и концепциями фундирования опыта личности и наглядного моделирования математических объектов и процедур.

#### Технологические параметры и характеристики сопровождения деятельности педагога и обучающегося в условиях синергии математического образования

Этапы	Обучающийся	Педагог
1 этап Подготовительный (отражение функциональности параметров состояния системы)	<p>наличие образцов (на эталонном и ситуативном уровнях) решения сложных учебных и научных проблем математическими методами с детализацией, анализом и особенностями, интеграцией математических знаний, графами согласования математических, информационных, гуманитарных и естественно-научных знаний, презентацией исследовательских этапов, методов и процедур;</p> <p>освоение методов и форм научного познания, создание ситуаций интеллектуального напряжения, актуализация неопределенности и точек бифуркации математических процедур, механизмы самоопределения и самоактуализации в проблемных ситуациях в ходе освоения математических объектов и процедур;</p> <p>множественный опыт решения микропроблем математического образования в режиме «warming up» и развития надситуационной активности (эмоциональное переживание, рефлексия, наглядное моделирование, инсайт, верификация решения, перенос);</p> <p>создание творческой среды в обучении математике (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);</p> <p>постановка и поиск решения исследовательской задачи средствами математики, актуализация и освоение информационных «зон ближайших и отдаленных ассоциаций», сбор</p>	<p>наличие внешних стимулов в форме презентации и ценностного принятия передовых педагогических технологий, идей, психодиагностических методик состояния математического образования обучающихся;</p> <p>наличие вариативности образцов, этики и функционала решения педагогических проблем математического образования на основе психодиагностической информации с анализом и особенностями творческих решений (на эталонном и ситуативном уровнях);</p> <p>широкое освоение средств поддержки психолого-педагогической диагностики личности обучающегося и развития мотивов самоактуализации личности педагога на основе обретения новых ценностей и определения наиболее эффективных и успешных проявлений собственного диагностического опыта;</p> <p>развитость конвергентного и критического мышления; критерии отбора, постановки и поиска решения исследовательских практико-ориентированных задач математическим методами на основе диагностической информации, систематизированных в форме фундирующих комплексов освоения математических знаний и действий с фиксацией необходимых этапов: сбор и анализ данных, возникновение гипотез, анализ возможностей ИКТ-средств поддержки и их внедрения в процесс освоения математической деятельности;</p> <p>проектирование инновационных методик математического образования, например, «warming up»: проблема – рефлексия – наглядное моделирование – инсайт – анализ – верификация решения – перенос, на многофункциональную</p>

Этапы	Обучающийся	Педагог
	<p>и разнообразие форм и методов представления информации, вероятностно-статистический, контентный, графический, кластерный, математический анализ данных, выявление закономерностей, аналогий, ассоциаций, динамики исследуемых процессов, явлений и фактов;</p> <p>возникновение, требования и типы гипотез, анализ их адекватности, проверяемости, достоверности; выдвижение и формулировка гипотез;</p> <p>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.</p> <p>Результаты:</p> <p>выявление личностных смыслов и предпочтений в процессе саморазвития обучающихся (самопознание);</p> <p>опыт познавательной самостоятельности в коммуникативной деятельности;</p> <p>самостоятельная активность обучающихся на основе желания самостоятельно решать поставленные задачи в русле общей проблемы, стремления к выяснению личностного смысла содержания математической деятельности;</p> <p>достаточно высокая мотивация к познавательной самостоятельности, осознанному принятию цели и направленности на решение учебных задач. Обучающиеся самостоятельно решают поставленную учебную задачу, планируют свою работу по достижению цели с учетом социального взаимодействия, умеют вести целенаправленный поиск и отбор информации для решения сложной задачи как части общей проблемы</p>	<p>и дифференцированную проектную деятельность обучающихся;</p> <p>технологическая готовность и проектировочная культура решения сложных задач математическими методами: владение методиками и средствами педагогической инноватики;</p> <p>знакомство с приемами и методами научного познания, создание ситуаций интеллектуального напряжения средствами диалога математической, информационной, гуманитарной и естественно-научной культур, самоопределение и самоактуализация в проблемных ситуациях;</p> <p>освоение технологий фондирования, наглядного моделирования, расширения метакогнитивного опыта и др; в ходе исследования сложных задач математическим методами выявляется способность к педагогической рефлексии и освоенности ее типов (интеллектуальной, личностной, кооперативной и коммуникативной), поиску и анализу педагогических проблем математического образования.</p> <p>Результаты:</p> <p>готовность педагога к проведению психодиагностики, к педагогическому анализу и рефлексивному контролю управляющих воздействий;</p> <p>банк психодиагностических методик наличного состояния личностных черт и опыта обучающихся</p>
<p>2 этап Содержательно-технологический (отражение технологичности параметров порядка функционирования системы)</p>	<p>множественное целеполагание средств, задач, методов, процедур и алгоритмов на основе диалога культур в эффективном решении проблемы перехода от хаоса к порядку;</p> <p>наглядное моделирование процессов и содержательных конструктов на основе поиска обобщенных конструктов сущности и визуализации объектов и процедур;</p> <p>развитие дивергентного мышления на фоне освоения интегративных конструктов, учета вероятных и невероятных обстоятельств, конструирования содержания, этапов, базовых и вариативных характеристик объекта проектирования;</p> <p>построение ориентиров и плана ре-</p>	<p>конструирование спиралей и кластеров фондирования по следующему типу: 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;</p> <p>историко-генетическое оснащение спиралей и кластеров фондирования знаний; умения адаптироваться и развиваться в социальных коммуникациях;</p> <p>развитие дивергентного мышления на фоне освоения интегративных конструктов;</p> <p>создание ситуаций выбора и неопределенности, принятия решения с высокой степенью ответственности;</p>

Этапы	Обучающийся	Педагог
	<p>шения задачи на основе выявления зон бифуркаций, концептуальной, предметной, информационной и математической моделей, анализ возможностей ИКТ-средств поддержки, формирование целостности процедуры решения;</p> <p>актуализация множественности решений на основе однозначности данных, поиск точек бифуркации и самоорганизующихся структур, параметров состояния и порядка;</p> <p>интуиция и прогноз результатов, поиск и алгоритм решения, инсайт, фиксация и верификация процедур и алгоритмов, презентация результатов;</p> <p>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;</p> <p>умение адаптироваться и развиваться в социальных коммуникациях на основе диалога математической, информационной, естественно-научной и гуманитарной культур</p>	<p>личный опыт творчества и становления индивидуального стиля педагогической деятельности;</p> <p>наглядное моделирование на основе визуализации объектов и процессов;</p> <p>актуализация множественности решений на основе однозначности данных;</p> <p>интуиция и прогноз результатов, поиск и алгоритм решения, инсайт, фиксация и верификация процедур и алгоритмов, презентация результатов;</p> <p>создание творческой среды в образовательном учреждении (стимулирование ситуации успеха; работа в исследовательских группах; толерантность к неопределенности; готовность к дискуссиям и множественности решений проблемы; выявление и популяризация образцов творческого поведения и его результатов)</p>
<p>3 этап Оценочно-коррекционный (отражение актуальности и эффективности используемых технологических решений)</p>	<p>проверка гипотез, их модификация, оценка методов и процедур нахождения результатов, варьирование условий и данных задачи;</p> <p>учет вероятных и невероятных обстоятельств, оценка их эффективности, умение ставить и решать задачи в условиях неопределенности;</p> <p>оценка истинности гипотез, прогноза и стратегий; самоанализ эффективности стратегий и методов решения, выбор оптимального пути решения проблемы</p>	<p>проверка гипотез, их модификация, оценка методов и процедур нахождения результатов, варьирование условий и данных задачи;</p> <p>учет вероятных и невероятных обстоятельств, оценка их эффективности, умение ставить и решать задачи в условиях неопределенности;</p> <p>оценка истинности гипотез, прогноза и стратегий; самоанализ предпочтений выбора оптимального пути решения;</p> <p>мониторинг и оценка эффективности стратегий и их модификаций в процессе решения педагогической задачи</p>
<p>4 этап Обобщающе-преобразующий (отражение выявленных внутренних закономерностей и сущности математических объектов и процедур)</p>	<p>совершенствование исследовательской культуры в переживаниях надситуационной активности и участия в постоянно действующих научных семинарах и практикумах, апробация активных методов обучения инновационного профиля, использование опытно-творческих площадок, временных научно-исследовательских групп и т. д., в процессе внедрения новых интерактивных методик и информационных технологий;</p> <p>анализ и перенос теоретических и эмпирических обобщений и рефлексивный контроль характеристик сформированности индивидуального стиля педагогической деятельности;</p> <p>самостоятельная постановка задачи и поиск методов ее решения, надситуативный уровень мышления, стремление к преодолению стереотипов, гармонизация рефлексивных выходов, новый</p>	<p>совершенствование профессиональной культуры на новых подходах к управлению данными процессами в форме постоянно действующих семинаров и практикумов, активных методов обучения инновационного профиля, опытно-творческих площадок, временных научно-исследовательских групп и т. д., в процессе внедрения новых интерактивных методик и информационных технологий;</p> <p>психодиагностика личностных качеств, определение скорости и интенсивности когнитивных операций, регуляция эмоционального состояния;</p> <p>анализ теоретических и эмпирических обобщений и рефлексивный контроль характеристик сформированности индивидуального стиля педагогической деятельности;</p> <p>осознание профессиональных мотиваций, их состав и самомотивирование; верификация результатов диссеминацией</p>



Этапы	Обучающийся	Педагог
	творческий продукт, оценка и прогноз дальнейших действий, мотивация самоактуализации; системная интеграция предметных, информационных, математических и профессиональных знаний на основе наглядного моделирования в постановке и решении исследовательских задач профессиональной деятельности	и апробацией педагогического опыта; самостоятельная постановка задачи и поиск методов ее решения, надситуативный уровень мышления, стремление к преодолению стереотипов, гармонизация рефлексивных выходов, новый творческий продукт, оценка и прогноз дальнейших действий, мотивация самоактуализации

**Заключение.** Проводимое исследование показало важность и возможность проявления синергетических эффектов в обучении математике будущего педагога на основе адаптации современных достижений в науке и освоения сложного знания. Исследование результатов наглядного моделирования сложного знания в ходе развертывания информационных, естественно-научных, гуманитарных и математических процессов на основе диалога культур и интеграции фундирующих процедур и личного гуманитарного опыта студентов показало, что при этом активизируются мотивационные и когнитивные структуры в процессе изучения математики, что способствует переходу процессов развития в процессы саморазвития и успешности освоения математической деятельности будущими педагогами. Рекомендуется развивать технологию наглядного моделирования с синергетическими эффектами, внедрять оснащенные спирали фундирования математических знаний в процесс обучения математике студентов на основе обоснованного отбора обобщенных математических конструктов и дидактического анализа выполнимости и адекватности технологических новшеств в актуальном поле математического знания.

#### Библиографический список

1. Альвен, Х. Атом, человек, вселенная [Текст] / Х. Альвен. – М., 1973.
2. Альтшуллер, Г. С. Основы изобретательства [Текст] / Г. С. Альтшуллер. – Воронеж : Центрально-Черноземное издательство, 1964.
3. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. Заде. – М. : Мир, 1976. – 166 с.
4. Наглядное моделирование в обучении математике: теория и практика [Текст] : учебное пособие / под редакцией Е. И. Смирнова. – Ярославль : Индиго, 2007. – 454 с.
5. Орлов, В. В. Развитие материи как закономерный процесс [Текст] / В. В. Орлов // Развитие материи как закономерный процесс. – Пермь, 1978.

6. Подготовка учителя математики: Инновационные подходы [Текст] / под ред. В. Д. Шадрикова. – М. : Гардарики, 2002. – 383 с.

7. Подъяков, А. Н. Психология обучения в условиях новизны, сложности, неопределенности. Психологические исследования [Текст] / А. Н. Подъяков. – М. : Высшая школа экономики, 2015. – С. 6–10.

8. Рубинштейн, С. Л. О мышлении и путях его исследования [Текст] / С. Л. Рубинштейн. – М. : АН СССР, 1958.

9. Смирнов, Е. И., Абатурова, В. С. Направления и пути развертывания фундирующих модусов развития личности будущего педагога [Текст] / Е. И. Смирнов, В. С. Абатурова // Ярославский педагогический вестник. – 2015. – Т. 2. – № 6. – С. 37–43.

10. Смирнов, Е. И., Ням, Н. Т. Наглядное моделирование как средство развития познавательной самостоятельности студентов-гуманитариев в обучении математике [Текст] / Е. И. Смирнов, Н. Т. Ням // Ярославский педагогический вестник. Серия психолого-педагогических наук. Изд-во ЯГПУ. – Ярославль, 2014. – Т. 2. – № 3. – С. 90–98.

11. Утробин, И. С. Роль категории сложности в перестройке философии [Текст] / И. С. Утробин // Стратегия ускорения и философия науки. – Пермь, 1990.

12. Функе, И., Френш, П. А. Решение сложных задач: исследования в Северной Америке и Европе [Текст] / И. Функе, П. А. Френш // Иностранная психология. – 1995. – Т. 3. – № 5. – С. 42–47.

#### Bibliografickij spisok

1. Al'ven, H. Atom, chelovek, vseennaja [Tekst] / H. Al'ven. – M., 1973.
2. Al'tshuller, G. S. Osnovy izobretatel'stva [Tekst] / G. S. Al'tshuller. – Voronezh : Central'no-Chernozemnoe izdatel'stvo, 1964.
3. Zade, L. Ponjatie lingvisticheskoj peremennoj i ego primenenie k prinjatiju priblizhennyh reshenij [Tekst] / L. Zade. – M. : Mir, 1976. – 166 s.
4. Nagljadnoe modelirovanie v obuchenii matematike: teorija i praktika [Tekst] : uchebnoe posobie / pod redakciej E. I. Smirnova. – Jaroslavl' : Indigo, 2007. – 454 s.

5. Orlov, V. V. Razvitie materii kak zakonomernyj process [Tekst] / V. V. Orlov // Razvitie materii kak zakonomernyj process. – Perm', 1978.
6. Podgotovka uchitelja matematiki: Innovacionnye podhody [Tekst] / pod red. V. D. Shadrikova. – M. : Gardariki, 2002. – 383 s.
7. Pod#jakov, A. N. Psihologija obuchenija v usloviyah novizny, slozhnosti, neopredelennosti. Psihologicheskie issledovanija [Tekst] / A. N. Pod#jakov. – M. : Vysshaja shkola jekonomiki, 2015. – S. 6–10.
8. Rubinshtejn, S. L. O myshlenii i putjah ego issledovanija [Tekst] / S. L. Rubinshtejn. – M. : AN SSSR, 1958.
9. Smirnov, E. I., Abaturova, V. S. Napravlenija i puti razvertyvanija fundirujushhih modusov razvitija lichnosti budushhego pedagoga [Tekst] / E. I. Smirnov, V. S. Abaturova // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. – 2015. – T. 2. – № 6. – S. 37–43.
10. Smirnov, E. I., Njam, N. T. Nagljadnoe modelirovanie kak sredstvo razvitija poznavatel'noj samostojatel'nosti studentov-gumanitarijev v obuchenii matematike [Tekst] / E. I. Smirnov, N. T. Njam // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. Serija psihologo-pedagogicheskikh nauk. Izd-vo JaGPU. – Jaroslavl', 2014. – T. 2. – № 3. – S. 90–98.
11. Utrobin, I. S. Rol' kategorii slozhnosti v perestrojke filosofii [Tekst] / I. S. Utrobin // Strategija uskorenija i filosofija nauki. – Perm', 1990.
12. Funke, I., Frensh, P. A. Reshenie slozhnyh zadach: issledovanija v Severnoj Amerike i Evrope [Tekst] / I. Funke, P. A. Frensh // Inostrannaja psihologija. – 1995. – T. 3. – № 5. – S. 42–47.