## ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**УДК 378.147**

**Т. В. Зыкова, И. В. Кузнецова, С. А. Тихомиров, Е. И. Смирнов**

# Критерии отбора содержания обучения математике студентов педвуза на основе синергетического подхода

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

В статье заявлена проблема отбора содержания обучения математике студентов педвузов на основе синергетического подхода. Выделены критерии отбора содержания математического образования, в соответствии с которыми следует учитывать его особенности, направленные на формирование и интеграцию междисциплинарных знаний с опорой на обобщенность математических структур на основе наглядного моделирования; использование современных достижений в науке и применение современных методов математики в ходе исследовательской деятельности; проявление синергетических эффектов и синергии математического в процессе решения и исследования сложных задач; профессиональную направленность и практико-ориентированность математического интегрирующего конструкта, проникающего во всю математику и составляющего образования на основе концепции фундирования опыта личности. В качестве важной стержневой основы, вокруг которой группируются межпредметные знания, определяется понятие математической структуры. Построена спираль фундирования математических структур: алгебраических, порядковых, топологических, стохастических. Разработана технология обеспечения комплексами практико-ориентированных задач процессов адаптации современного научного знания к школьной и вузовской математике и структурно-логическая схема интеграции и преемственности математических структур.

Ключевые слова: содержание обучения, математическое образование, математические структуры, синергетический подход.

## THEORY AND METHODOLOGY OF PROFESSIONAL EDUCATION

**T. V. Zykova, I. V. Kuznetsova, S. A. Tikhomirov, E. I. Smirnov**

# Selection Criteria of Training Content in Mathematics of Students of Teacher Training University on the Basis of the Synergetic Approach

In the article the problem of selecting the content of training in mathematics of students of teacher training Universities on the basis of the synergetic approach is stated. Selection criteria of the mathematical education content are pointed out according to them it is necessary to consider its features directed onto: formation and integration of cross-disciplinary knowledge with support on generality of mathematical structures on the basis of evident modelling; use of modern achievements in science and application of modern methods of mathematics during research activity; manifestation of synergetic effects and mathematical synergy in the course of the solution and a research of difficult tasks; professional orientation and practice-orientation of the mathematical integrating construct getting into all mathematics and making educations on the basis of the concept of founding the personality’s experience. The concept of mathematical structure is defined as an important basis around which intersubject knowledge is grouped. The spiral of mathematical structures founding is constructed: algebraic, serial, topological, stochastic. The technology of providing with complexes of the practice-focused problems of processes of adaptation of modern scientific knowledge to school and higher school mathematics and the structural and logical scheme of integration and continuity of mathematical structures is developed.

Keywords: content of training, mathematical education, mathematical structures, synergetic approach.

Процессы, происходящие в сфере математического образования в условиях реализации синергетического подхода, можно описать следующими терминами синергетики: самоорганизация, флуктуация, бифуркация, аттрактор и др., проявление которых в обучении составляет одну из важнейших современных проблем. Результатом применения синергетического подхода является появление эффектов самоорганизации в когнитивной деятельности студентов. Для студента вуза самоорганизация означает, прежде всего, готовность и способность реализовать свой личностный потенциал при решении учебных и профессиональных задач; самостоятельно приобретать и систематизировать полученные знания на творческом уровне; осуществлять рефлексию и самоконтроль когнитивной деятельности в ходе решения и исследования учебных и профессиональных задач. Источником энергии процесса самоорганизации является интеллект, человеческое сознание. Как справедливо отмечает В. А. Игнатова, синергетика позволяет наметить некоторые общие подходы к интерпретации знаний из разных предметных областей, выявить общие основания для их объединения и может послужить основой для интеграции естественно-научного и гуманитарного знаний [3, с. 28].

Математика является основой для интеграции естественно-научного и гуманитарного знания. Современная концепция естествознания определяет математику как науку, которая изучает формальные отношения реальной действительности, структуру объективного мира, отображаемую и моделируемую в общенаучных категориях количества, меры и формы. Математика постоянно развивается, появляются ее новые разделы. В связи с этим возникает проблема актуализации ее содержания с учетом современных научных достижений и их адаптации к вузовской и школьной математике.

Выделим следующие **критерии отбора** содержания математического образования студента-математика в вузе, способствующего проявлению синергетических эффектов и синергии математического образования:

− направленность на формирование и интеграцию междисциплинарных знаний и действий с опорой на обобщенность математических структур на основе наглядного моделирования [4];

− использование и адаптация современных достижений в науке к вузовской математике и применение современных методов математики в ходе исследовательской деятельности в насыщенной информационно-образовательной среде [1];

− направленность на проявление синергетических эффектов и синергии математического образования в процессе решения и исследования сложных задач, отражающих содержание «проблемных зон» в освоении математики [9];

− профессиональная направленность и практико-ориентированность математического образования на основе концепции фундирования опыта личности [7].

Для формирования междисциплинарных знаний у будущего выпускника педвуза, обучающегося по математическому направлению, необходимо выделить стержневую основу, вокруг которой группируются разнопредметные знания. Таким важным интегрирующим конструктом является математическая структура, понимаемая как множество с заданными на нем операциями и отношениями.

В работах Г. Кантора, Г. Фреге, а затем в дальнейшем в знаменитой концептуальной статье «Архитектура математики» группы ученых, работавших под псевдонимом Н. Бурбаки, установлено, что «структуры являются орудиями математики» и только через них можно в определенной степени систематизировать математику, дать общее представление о ней. Изучение математических структур подводит обучающихся к осознанию универсального единения математики, позволяет наглядно показать им единство в многообразии. Язык математических структур и схем, доминирующих в математическом моделировании, дискретной математике и теории вычислительных процессов, лежит в основе использования широких возможностей Web-технологий при поиске, обработке, анализе и использовании математической информации в интернете, а также играет важную роль в овладении студентами математическим тезаурусом, методами структуризации и представления информации.

Особенности математических структур как фундирующих модусов и аттракторов развертывания математических знаний состоят в следующем [8]:

− пропедевтичность и преемственность (математические структуры являются сквозной, интегративной и базисной тематикой в системе математических дисциплин, содержание которой является источником интеграции, дифференциации и отбора математических знаний и формирования у учащегося научного мировоззрения);

− фундаментальность основных понятий общенаучного характера, подлежащих усвоению и определяющих целостность и направленность математических дисциплин;

− возможность реализации прикладной направленности, иерархического развертывания и фундирования базовых сущностей математических структур, их междисциплинарный характер;

− наличие в школьном курсе математики возможностей актуализации математических структур (в том числе в содержании элективных курсов для школьников) и конструирования в вузовском курсе математики спиралей фундирования поэтапного развертывания их обобщающих иерархий;

− возможность использования языка математических структур и схем как основы при поиске, обработке и анализе информации в процессе реализации этапов математического моделирования с использованием компьютера и вычислительных процессов.

С точки зрения синергетики математические структуры выступают фактором развертывания математического содержания, позволяющим отобрать базовые теоретические знания из различных математических дисциплин, через которые происходит фундирование школьного математического знания и опыта. Школьные знания о натуральных, целых, рациональных и действительных числах; об арифметических операциях на числовых множествах, над многочленами, отношении делимости; об операциях над векторами; о математических понятиях (упорядоченное множество, окрестность, предел, непрерывность, производная и др.) являются базовыми понятиями для теоретического обобщения понятия «математические структуры». Так как в содержание школьного курса математики математические структуры входят в неявном виде, на этапе вузовского обучения студенты осуществляют переход от неявной формы их существования к явной с последующей объективизацией на основе концепции наглядно-модельного обучения. Из данной концепции вытекает, что современными математическими теориями студентам следует овладевать не сразу, а изучив вначале важнейшие конкретные математические объекты (наглядные модели), которые более наглядны и конструктивны, более доступны для восприятия, чем сами абстракции.

Наглядные модели должны отражать более или менее полно всю совокупность существенных свойств данной абстракции. Такими наглядными моделями при изучении математических структур в вузе могут служить арифметическое векторное пространство Rn в теории векторных пространств над R, причем особенно важны координатная плоскость $R^2$ и пространство $R^3$; группы подстановок $S_n$ и преобразований бесконечных множеств в теории групп; аддитивные и мультипликативные группы классов вычетов целых чисел; группы матриц; булеан в теории булевых алгебр и др. Математические структуры позволят интегрировать содержание различных математических курсов, таких как алгебра и теория чисел, геометрия, математический анализ, изучение которых направлено на формирование у обучающихся фундаментальных знаний, лежащих в основе прикладных знаний, практических умений будущего выпускника.

Основным видом учебной деятельности студента при изучении математики, как в вузе, так и в школе, является решение задач. Математические задачи – средство усвоения математических теорий, развития мышления обучающегося, формирования умения применять математические знания к практической деятельности, воспитания нравственных качеств человека.

При реализации практико-ориентированной и профессиональной направленности содержания обучения математике в контексте формирования междисциплинарных знаний важный аспект принадлежит построению комплексов математических задач, связанных с разрешением одной из «проблемных зон» освоения математики. Условия таких задач должны быть сформулированы в виде отражения различных качественных сторон существа «проблемной зоны», разрешение которой предполагает комплексное применение математических знаний из различных разделов математики, а также других предметных областей, в контексте с исследованием обобщенного конструкта, вскрывающего существо «проблемной зоны». Системы таких задач, кроме того, должны удовлетворять условиям полноты, иерархичности, а уровень их сложности должен быть нарастающим, с отражением синергетических атрибутов нелинейности содержания. При этом выявление и актуализация математических структур на разных уровнях сложности – компоненты адаптации обобщенного знания к вузовской математике, образующие интегральный фактор целостности когнитивного процесса.

Так, например, при изучении студентами математических структур были разработаны цепочки междисциплинарных задач. Приведем некоторые из них.

**Первая цепочка задач**

Найти все n-элементные решетки для $n \leq 6$.

Найти группу G автоморфизмов (симметрий) пятиэлементной решетки с тремя атомами и составить таблицу Кэли этой группы.

Найти порядки всех элементов группы G.

Группы назовем изморфными (равными), если их элементы можно переобозначить так, чтобы у них оказалась одна и та же таблица Кэли.

Найти все подгруппы группы G и указать среди них те, которые изоморфны двухэлементным группам симметрий правильного треугольника.

Найти левые и правые классы смежности для всех подгрупп группы G.

Доказать, что группа G не абелева.

Найти все шестиэлементные решетки, обладающие нетривиальными симметриями (нетождественными автоморфизмами).

В физике группа симметрий объекта предстает как группа преобразований его координат, оставляющих неизменными структурные свойства объекта.

Доказать, что группа G изоморфна группе симметрий сферы.

Найти семиэлементную решетку, группа симметрий которой изоморфна симметрической группе подстановок из пяти элементов.

Найти решетку, группа симметрий которой изоморфна группе симметрий тетраэдра или группе симметрий молекулы $CH_4$ (в задаче реализованы межпредметные связи абстрактной алгебры, геометрии и химии).

**Вторая цепочка задач**

Найти все элементы группы симметрической группы $S_4$.

Найти все элементы группы симметрий тетраэдра.

Доказать, что группа симметрий тетраэдра изоморфна симметрической группе $S_4$.

Найти в симметрической группе $S_4$ подгруппу, изоморфную группе вращений тетраэдра.

Найти в группе симметрий тетраэдра подгруппу, изоморфную группе: по умножению всех корней третьей степени из 1.

Есть ли в группе симметрий тетраэдра подгруппа, изоморфная группе сложений остатков по модулю 3?

Доказать что знакопеременная подгруппа 4 степени в симметрической группе $S_4$ является нормальным делителем этой группы.

Рассмотрим тематику задач, направленных на применение современных методов математики в различных сферах деятельности и исследуемых в малых группах студентов на ресурсных занятиях [6] средствами компьютерного и математического моделирования и актуализацией математических структур как аттракторов знаний:

− при изучении студентами-математиками дифференциального и интегрального исчисления задачи могут быть следующие: исследование эластичности спроса и предложения, определение максимальных чистых выгод, анализ потребительского поведения, определение объема выпускаемой продукции и издержек, расчет максимальной прибыли в условиях монополии и конкуренции и др. «Проблемная зона» – базовые конструкты математического анализа: производная, интеграл, экстремум;

− при изучении линейной алгебры студентам можно предложить задачи на описание межотраслевых производственных процессов, анализ модели международной торговли и формирование комплексных индексных показателей. «Проблемная зона» – базовые конструкты линейной алгебры: определители и матрицы, линейные комбинации и векторы, матричная алгебра;

− содержание курса теории вероятностей и математической статистики может быть дополнено задачами на анализ стохастической модели рынка и рационального поведения, модели устойчивой согласованности мнений экспертов при исследовании социально-управленческой информации, исследование влияния отдельных факторов и их комбинаций на прогнозные характеристики социально-экономических систем, текущий анализ хозяйственной деятельности. «Проблемная зона» – коэффициенты корреляции и конкордации, проверка статистических гипотез, критерии согласия.

Существенным дополнением к решению математических задач – основной учебной деятельности будущего учителя – служит выполнение учебных проектов, многоэтапных математико-информационных заданий, лабораторно-расчетных работ [5]. Тематика таких проектов и заданий должна отражать содержание современной математики, например, фрактальной геометрии, теории графов, алгебраической геометрии, криптографии, теории кодирования и др. Поэтому решение любой сложной математической задачи, относящейся к использованию математических структур, требует целеустремленности, настойчивости и определенных волевых усилий. В результате у учащихся развиваются умения обнаруживать структурное сходство и аналогии внешне различных предметов и отношений, осмысливать единство математического знания, использовать межпредметные знания как обобщенные конструкты; воспитываются ценнейшие качества современного человека – самостоятельность и решительность в действиях, умение учиться и самосовершенствоваться, формируются синергетические эффекты как результаты освоения сложного знания. По мнению С. Н. Дворяткиной, технология отбора содержания обучения математике должна быть направлена на воспитание доминанты саморазвития и самосовершенствования личности специалиста [2]. Именно математические структуры являются тем учебным материалом в математическом образовании студентов, который предоставляет безграничные возможности для саморазвития и самоорганизации будущего выпускника.

Осмысление и переосмысление содержания математического знания, соотнесение его сущности с актуальными значениями, установление причинно-следственных и интуитивных связей; создание условий, при которых становятся возможными процессы порождения знаний самим обучающимся, позволяет говорить о значимой роли синергетического подхода в математическом образовании. Тем самым актуализация математических структур в процессе исследования будет способствовать решению проблемы адаптации достижений современной математики к школьной и вузовской математике.

Направленность содержания математического образования на систему действий выпускника, определяющих направление его подготовки, осуществляется через решение практико-ориентированных задач, которые, как справедливо отмечает Е. И. Смирнов, позволяют не только установить межпредметные связи, но и аккумулировать предметные знания в единую целостность, способствуют формированию интеллектуальных операций мышления [9]. Практико-ориентированные задачи рассматриваются нами как разновидность учебных задач, отличающихся составом учебных профессиональных действий, которыми студент овладевает в процессе их решения, развивая при этом конкретные компетенции до необходимого уровня.

Сформулируем требования к задачам по математике, которые будут являться практико-ориентированными:

− Условие задачи должно быть сформулировано в виде проблемы, разрешение которой предполагает комплексное применение математических знаний из различных разделов математики, а также других предметных областей.

− Решение задачи основывается на математическом содержании школьного и вузовского курсов математики.

− Имеется возможность использования результатов решения задачи в профессиональной деятельности будущего выпускника.

− Имеется несколько способов решения (различная степень рациональности) заданий.

Если задания удовлетворяют хотя бы двум вышеперечисленным требованиям, они практико-ориентированные.

Приведем примеры практико-ориентированных заданий, предлагаемых студентам-математикам.

*Задача 1.* Точку B(3,1) повернули на $180^o$ вокруг начала координат, а затем полученную точку симметрично отразили относительно оси абсцисс. Найти координаты полученной точки и матрицу результирующего преобразования.

*Примечание к задаче 1.* Данная задача является практико-ориентированной, так как

− условие задачи сформулировано в виде проблемы, для решения которой необходимы знания алгебры и геометрии;

− решение задачи основывается на алгебраическом и геометрическом содержании, рассматриваемом в вузовских курсах алгебры, геометрии и школьном курсе геометрии (теория матриц в вузовском курсе алгебры, теория геометрических преобразований – в школьном и вузовском курсах геометрии);

− условие задачи связано с профессиональной деятельностью будущего учителя математики (решение учащимися задач на геометрические преобразования);

− наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности) задания (геометрический и алгебраический).

*Задача 2.* Проверьте следующие равенства:

а) $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$;

б) $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$.

Какой геометрический факт они выражают?

*Примечание к задаче 2.* Данная задача является практико-ориентированной, связана с исследованием особенностей преобразований, задаваемых матрицами, и позволяет тесно связать изучение матриц с геометрическими преобразованиями, которые занимают важное место в школьном курсе математики. С помощью матриц описываются следующие виды движений: симметрия относительно оси абсцисс; симметрия относительно оси ординат; симметрия относительно прямой $y = x$; симметрия относительно прямой $y = -x$; поворот на $90^0$ вокруг начала координат; центральная симметрия; поворот на $270^0$ вокруг начала координат; тождественное преобразование; гомотетия.

− Использование матричной символики при записи уравнений преобразований –

$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ – позволяет рассмотреть все геометрические преобразования с единой точки зрения.

*Задача 3.* Найдите группу симметрий квадрата $D_4$, элементы группы представьте в виде матриц.

Решая данную задачу, студенты определяют, что группа симметрий квадрата $D_4$ состоит из 8 элементов: $D_4 = \{E, R_0^{90°}, R_0^{180°}, R_0^{270°}, S_{l1}, S_{l2}, S_{l3}, S_{l4}\}$ (четыре поворота вокруг центра квадрата и четыре отражения: два – относительно диагоналей и два – относительно прямых, соединяющих середины противоположных сторон). Записывают элементы в виде матриц: $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$;

$R_0^{90°} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$; $R_0^{180°} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$;

$R_0^{270°} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$; $S_{l1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$;

$S_{l2} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$; $S_{l3} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$; $S_{l4} = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$.

*Примечание к задаче 3.* Данная задача является практико-ориентированной, поскольку

− строится на алгебраическом и геометрическом содержании, рассматриваемом в вузовских курсах алгебры и геометрии, и школьном курсе геометрии (теория алгебраических структур и теория матриц в вузовском курсе алгебры, теория геометрических преобразований – в школьном и вузовском курсе геометрии);

− условие задачи сформулировано как проблема, разрешение которой предполагает комплексное использование математических знаний из алгебры, а также из геометрии;

− условия задач связаны с профессиональной деятельностью будущего учителя математики (решение задач на геометрические преобразования с учащимися);

− наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности) задания (геометрический и алгебраический).

Таким образом, структурирование содержания математического образования в соответствии с выделенными критериями отбора сложного знания будет способствовать фундаментализации образования выпускника, формированию у обучающегося междисциплинарного системного знания, синергетических эффектов личностного развития.

**Библиографический список**

1. Богун, В. В., Смирнов, Е. И., Уваров, А. Д. Синергия математического образования педагога: введение в анализ [Текст] : монография / В. В. Богун, Е. И. Смирнов, А. Д. Уваров. – Ярославль : Канцлер, 2016. – 308 с.

2. Дворяткина, С. Н. Технология фрактального представления учебных элементов при вариативном структурировании содержания обучения математике в вузе [Текст] / С. Н. Дворяткина // Ярославский педагогический вестник. – 2015. – № 5. – С. 128–133.

3. Игнатова, В. А. Педагогические аспекты синергетики [Текст] / В. А. Игнатова // Педагогика. – 2001. – № 8. – С. 26–31.

4. Осташков, В. Н., Смирнов, Е. И. Синергия образования в исследовании аттракторов и бассейнов притяжения нелинейных отображений [Текст] / В. Н. Осташков, Е. И. Смирнов // Ярославский педагогический вестник. – Том II. – 2016. – № 6. – С. 146–157.

5. Секованов, В. С. Элементы теории дискретных динамических систем [Текст] : учебное пособие / В. С. Секованов. – СПб. : Лань, 2016. – 180 с

6. Смирнов, Е. И. Активность и развитие интеллектуальных операций у школьников во взаимодействии физики и математики Е. И. Смирнов [Текст] / Е. И. Смирнов // Вестник развития науки и образования. – 2013. – № 3. – С. 25–50.

7. Смирнов, Е. И. Фундирование опыта в профессиональной подготовке и инновационной деятельности педагога [Текст] : монография / Е. И. Смирнов. – Ярославль : Канцлер, 2012. – 654 с.

8. 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. Серия психолого-педагогических наук. – Ярославль, 2015. – Т. 2. – № 6. – С. 37–43

9. Смирнов, Е. И. Синергия математического моделирования в решении сложных задач [Электронный ресурс] / Е. И. Смирнов. – Режим доступа: http: // gisap.eu/ru/node / 116920

**Bibliograficheskij spisok**

1. Bogun, V. V., Smirnov, E. I., Uvarov, A. D. Sinergija matematicheskogo obrazovanija pedagoga: vvedenie v analiz [Tekst] : monografija / V. V. Bogun, E. I. Smirnov, A. D. Uvarov. – Jaroslavl'.: Kancler, 2016. – 308 s.

2. Dvorjatkina, S. N. Tehnologija fraktal'nogo predstavlenija uchebnyh jelementov pri variativnom strukturirovanii soderzhanija obuchenija matematike v vuze [Tekst] / S. N. Dvorjatkina // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. – 2015. – № 5. – S. 128–133.

3. Ignatova, V. A. Pedagogicheskie aspekty sinergetiki [Tekst] / V. A. Ignatova // Pedagogika. – 2001. – № 8. – S. 26–31.

4. Ostashkov, V. N., Smirnov, E. I. Sinergija obrazovanija v issledovanii attraktorov i bassejnov pritjazhenija nelinejnyh otobrazhenij [Tekst] / V. N. Ostashkov, E. I. Smirnov // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. – Tom II. – 2016. – № 6. – S. 146–157.

5. Sekovanov, V. S. Jelementy teorii diskretnyh dinamicheskih sistem [Tekst] : uchebnoe posobie / V. S. Sekovanov. – SPb. : Lan', 2016. – 180 s

6. Smirnov, E. I. Aktivnost' i razvitie intellektual'nyh operacij u shkol'nikov vo vzaimodejstvii fiziki i matematiki E. I. Smirnov [Tekst] / E. I. Smirnov // Vestnik razvitija nauki i obrazovanija. – 2013. – № 3. – S. 25–50.

7. Smirnov, E. I. Fundirovanie opyta v professional'noj podgotovke i innovacionnoj dejatel'nosti pedagoga [Tekst] : monografija / E. I. Smirnov. – Jaroslavl' : Kancler, 2012. – 654 s.

8. 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. Serija psihologo-pedagogicheskih nauk. – Jaroslavl', 2015. – T. 2. – № 6. – S. 37–43

9. Smirnov, E. I. Sinergija matematicheskogo modelirovanija v reshenii slozhnyh zadach [Jelektronnyj resurs] / E. I. Smirnov. – Rezhim dostupa: http: // gisap.eu/ru/node / 116920

**Reference List**

1. Bogun V. V., Smirnov E. I., Uvarov A. D. Sinergy of mathematical education of the teacher: introduction to the analysis: monograph. – Yaroslavl.: Kantsler, 2016. – 308 p.

2. Dvoryatkina S. N. Technology of fractal representation of educational elements at variable structuring content of training in mathematics in higher education institution // Yaroslavl pedagogical bulletin. – 2015. – № 5. – P. 128–133.

3. Ignatova V. A. Pedagogical aspects of synergetrics // Pedagogics. – 2001. – № 8. – P. 26–31.

4. Ostashkov V. N., Smirnov E. I. Sinergy of education in a research of attractors and pools of attraction of nonlinear displays // Yaroslavl pedagogical bulletin. – Volume II. – 2016. – № 6. – P. 146–157.

5. Sekovanov V. S. Elements of the theory of discrete dynamic systems: manual. – SPb. : Lan, 2016. – 180 p.

6. Smirnov E. I. Activity and development of intellectual operations in school students in interaction of physics and mathematicians // the Bulletin of development of science and education. – 2013. – № 3. – P. 25–50.

7. Smirnov E. I. Founding of experience in professional training and innovative activity of the teacher: monograph. – Yaroslavl : Kantsler, 2012. – 654 p.

8. Smirnov E. I., Abaturova V. S. The directions and ways of expansion of the founding modes of development of the future identity teacher // Yaroslavl pedagogical bulletin. Series of psychology and pedagogical sciences. – Yaroslavl, 2015. – V. 2. – № 6. – P. 37–43

9. Smirnov E. I. Sinergy of mathematical modeling in the solution of difficult problems [An electronic resource]. – Access mode: http: // gisap.eu/ru/node/116920