

*На правах рукописи*



**Дьячук Павел Петрович**

**ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ  
ПОСРЕДСТВОМ СОЧЕТАНИЯ САМОУПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ И ВНЕШНЕГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОННОЙ  
ПРОБЛЕМНОЙ СРЕДЕ**

13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания  
(математика)

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора педагогических наук

Красноярск – 2017

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева»

**Научный консультант** – доктор педагогических наук, профессор  
Шкерица Людмила Васильевна

**Официальные оппоненты:**

**Дробышева Ирина Васильевна**, доктор педагогических наук, профессор, Калужский филиал федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования «Финансовый университет при правительстве Российской Федерации», кафедра высшей математики и статистики, заведующая кафедрой

**Мерлина Надежда Ивановна** доктор педагогических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова», кафедра дискретной математики и информатики, профессор

**Шабанова Мария Валерьевна**, доктор педагогических наук, профессор, государственное образовательное учреждение высшего образования города Москвы «Московский институт открытого образования», кафедра математики, информатики и информационных технологий образования, профессор

**Ведущая организация:** государственное автономное образовательное учреждение высшего образования города Москвы «Московский городской педагогический университет»

Защита состоится 20 июня 2017 года в 10 часов на заседании объединенного диссертационного совета Д 999.032.03 на базе ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева», ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет» по адресу: 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, 26Б, ауд. УЛК 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Сибирского федерального университета по адресу: <http://sfu-kras.ru>

Автореферат разослан «\_\_» марта 2017г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Баженова Ирина Васильевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В настоящее время резко возросли требования к качеству высшего профессионального образования. Это обусловлено наукоемкостью проблем, связанных с профессиональной деятельностью выпускников вузов, что требует фундаментальной подготовки студентов. При этом особое значение, как это следует из «Концепции развития математического образования в Российской Федерации и мерах по ее реализации», приобретает качество математической подготовки студентов вузов.

Необходимость повышения качества математической подготовки студентов делает актуальным поиск новых путей повышения эффективности их обучения математике, в том числе на основе применения современных информационных технологий. Актуальность использования средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) при обучении математике подчеркивается в работах ряда авторов (В.П. Беспалько, А.П. Ершов, И.О. Кравец, М.П. Лапчик, В.Р. Майер, В.М. Монахов, Л.П. Мартиросян, Н.И. Пак, И.В. Роберт, М.И. Рагулина, Э.Г. Скибицкий и др.). Однако в этих работах не в полной мере исследованы возможности повышения качества математической подготовки студентов посредством индивидуализации обучения математике на основе применения средств ИКТ.

Индивидуализация учебной деятельности студентов рассматривалась, как правило, на основе дифференцированного подхода к обучению решению математических задач, в основе которого лежит учет индивидуальных особенностей студентов (И.В. Дробышева, Л.Л. Гурова, В.В. Гузеев, В.И. Крупич, А.Г. Мордкович, С.И. Осипова, Е.С. Рябунский, Э.Г. Скибицкий, И.Э. Унт и др.). В работах М.Н. Берулавы, О.А. Зимовиной, М.А. Холодной и др. предлагается осуществлять индивидуализацию процесса обучения математике в вузе на основе диагностики психологических характеристик обучаемых. Например, применение дифференцированного подхода к обучению математике, учитывая когнитивные стили личности, представлено в работах Ю.В. Борисовой, О.А. Зимовиной, Н.С. Пурышевой, Г.Н. Степанова, М.А. Холодной и др. В исследованиях Л.В. Байбородовой, Т.В. Бурлаковой и др. развивается вариативно-рефлексивный подход, в основу которого заложено представление о индивидуализации образования как педагогическом процессе, характеризующемся взаимосвязью и взаимозависимостью внешней и внутренней ее сторон. В работах Э.Г. Скибицкого, О.А. Захаровой и др. под индивидуализацией обучения математике в вузе понимается система учета инвариативного и вариативного компонентов личности обучаемого. Проявления индивидуальности человека при решении проблем и формировании индивидуального стиля деятельности исследовались в работах В.С. Мерлина, Е.А. Климова, В.А. Толочка, Б.М. Теплова и др. Таким образом, анализ научной литературы показал, что на общем психолого-педагогическом уровне проблема индивидуализации обучения студентов на основе учета их индивидуальных особенностей,

исследована достаточно хорошо (М.Н. Берулава, И.В. Дробышева, О.А. Зимовина, Э.Г. Скибицкий, М.А. Холодная и др.).

Проблема индивидуализации процесса обучения в контексте повышения качества предметной подготовки на основе управления учебной деятельностью рассматривалась в ряде психологических и дидактических исследований (Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, В.В. Давыдов, И.Я. Лернер, Е.И. Машбиц, А.Г. Мордкович, Э.Г. Скибицкий, Н.Ф. Талызина, Т.И. Шамова, Л.В. Шкерина, Г.И. Щукина, и др.). Применение средств ИКТ для реализации индивидуального подхода в обучении требует решения проблемы адаптации или индивидуального управления обучающимися студентами. Современный уровень развития информационных технологий позволяет довольно близко подойти к моделированию и осуществлению индивидуального подхода в обучении, реализуя идеи адаптивных обучающих систем (Р. Аткинсон, В.П. Беспалько, Л.А. Растрингин и др.). В теории адаптивных обучающих системах проблема адаптации понимается как задача управления сложным объектом - обучаемым, модель которого создается в результате учета индивидуальных особенностей студента.

Современное общество, представляя собой динамично изменяющуюся неопределенную среду, предъявляет особые требования к способности будущих специалистов адаптироваться к неопределенным условиям профессиональных и социальных сред. Поэтому решение проблемы индивидуализации обучения математике студентов в настоящее время предполагает создание условий, «побуждающих» студентов самостоятельно адаптироваться в неопределенных изменяющихся средах обучения математике на основе самоуправления учебной деятельностью. Другими словами, индивидуализация обучения математике ориентируется на развитие у студентов способности к адаптации или самоуправлению учебной деятельностью без непосредственного участия в этом преподавателя. При этом внешнее управление носит оценочный характер, не ограничивает свободу принятия студентом решений.

Из вышесказанного следует, что актуальность проблемы заключается в индивидуализации обучения математике средствами ИКТ в условиях сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления на основе оценочной обратной связи.

Отметим, что разработка и внедрение новых педагогических технологий на основе применения средств ИКТ, ориентированных на развитие индивидуальности личности, создание единого образовательного и информационного пространства, нашли отражение в целом ряде научных исследований (П.Л. Брусиловский, Г.С. Григорьев, И.О. Кравец, М.П. Лапчик, В.М. Монахов, Л.П. Мартиросян, Н.И. Пак, И.Р. Роберт, М.И. Рагулина, Э.Г. Скибицкий, О.Г. Смолянинова и др.). Тем не менее, проблема развития новых форм использования средств ИКТ при самоуправлении студентами учебной деятельностью в процессе обучения математике остается актуальной и требует своего разрешения в контексте разработки теоретико-методологических и методических оснований

индивидуализации обучения математике на основе управления учебной деятельностью средствами ИКТ. Решение этой проблемы позволит реализовать потенциал индивидуализации обучения математике средствами ИКТ для повышения качества математической подготовки студентов.

До настоящего времени остаются слабо изученными условия, обеспечивающие возможности самоуправления студентами учебной деятельностью в условиях внешнего управления как условия индивидуализации обучения математике на основе информации о процессуальных характеристиках учебной деятельности студентов по овладению способами решения математических задач.

Все сказанное позволило выявить основные противоречия между:

- существующими возможностями индивидуализации обучения математике в условиях информатизации образовательного процесса для повышения качества математической подготовки студентов и неполным использованием этих возможностей в реальном образовательном процессе;

- достаточной изученностью основных положений индивидуализации обучения студентов на общем психолого-педагогическом уровне и слабой проработанностью концептуальных и методических аспектов индивидуализации обучения математике студентов в условиях применения средств ИКТ;

- значительным потенциалом средств ИКТ для создания интерактивной электронной обучающей проблемной среды индивидуализации обучения математике студентов в вузе и не разработанностью основных положений интерактивной обучающей электронной проблемной среды математических задач, обеспечивающей средствами ИКТ сочетание самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления как условие индивидуализации обучения математике и повышения качества математической подготовки студентов;

- достаточным уровнем развития ИКТ как средств представления интерактивных обучающих проблемных сред математических задач в электронном виде, и отсутствием эффективных методик использования этих сред для индивидуализации обучения математике посредством сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления при обучении математике.

Выделенные противоречия определили проблему исследования, заключающуюся в повышении качества математической подготовки студентов на основе индивидуализации обучения математике посредством использования средств ИКТ.

**Ведущая идея исследования** заключается в том, что индивидуализация обучения математике в условиях использования ИКТ будет обеспечивать повышение качества математической подготовки студентов, если ее реализовать посредством сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью в условиях интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач.

**Цель исследования:** обосновать и разработать концептуальные основы и методику индивидуализации обучения математике студентов вуза в условиях использования ИКТ, способствующую повышению качества их математической подготовки, и подтвердить их результативность в опытно-экспериментальной работе.

**Объект исследования:** математическая подготовка студентов в вузе.

**Предмет исследования:** индивидуализация обучения математике студентов в вузе посредством сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления в условиях применения средств ИКТ, обеспечивающая повышение качества математической подготовки.

**Гипотеза исследования:** Индивидуализация обучения математике студентов в вузе посредством сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью в условиях применения средств ИКТ обеспечит повышение качества математической подготовки студентов, если

**на теоретическом уровне:**

- определены концептуальные основы индивидуализации обучения с использованием средств ИКТ, включающие психолого-педагогическую сущность индивидуализации, самоуправления студентами учебной деятельностью и управления учебной деятельностью;

- разработана концепция индивидуализации обучения студентов решению математических задач посредством сочетания самоуправления учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью в условиях применения средств ИКТ;

- разработан организационно-технологический подход к реализации сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью и определены условия самоуправления учебной деятельностью студентов при обучении решению математических задач;

- обоснована и создана функционально-структурная модель интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач как условия индивидуализации обучения математике;

**на методическом уровне:**

- создана интерактивная электронная обучающая проблемная среда математических задач в виде комплекса динамических компьютерных тестов-тренажеров математических задач;

- разработана методика применения динамических компьютерных тестов-тренажеров, направленная на обеспечение сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью при итеративном обучении способам решения математических задач;

- выявлены и обоснованы основные индикаторы процессуальных характеристик учебной деятельности студентов при обучении математике в условиях интерактивной электронной обучающей проблемной среды

математических задач как показатели сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью;

- разработаны компьютерные методы диагностики учебной деятельности студентов при обучении математике в условиях интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач с обработкой данных в режиме on line;

- создана методика индивидуализации обучения математике в условиях применения интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач, обеспечивающей самоуправление студентами учебной деятельностью в сочетании с внешним управлением.

Проблема исследования, его цель, объект, предмет и сформулированная гипотеза обусловили постановку **задач исследования:**

1. Определить теоретико-методологические основания индивидуализации обучения математике студентов вузов с использованием средств ИКТ, выявить ее сущностные характеристики при итеративной реализации учебной деятельности студентов по обучению решению математических задач.

2. Создать концепцию индивидуализации обучения математике студентов при сочетании самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления в условиях использования средств ИКТ.

3. Обосновать и разработать организационно-технологический подход к реализации сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления в условиях использования средств ИКТ.

4. Создать функционально-структурную модель интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач, направленной на обеспечение сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления при обучении математике.

5. Разработать комплекс динамических компьютерных тестов-тренажеров как интерактивную электронную обучающую проблемную среду математических задач, направленную на обеспечение сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления при обучении математике.

6. Создать методику применения динамических компьютерных тестов-тренажеров, направленную на обеспечение сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления при обучении математике.

7. Разработать компьютерные методы диагностики учебной деятельности студентов при обучении математике в условиях интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач на основе использования специальных индикаторов ее процессуальных характеристик.

8. Создать методику индивидуализации обучения математике студентов в условиях применения интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач, обеспечивающей самоуправление

студентами учебной деятельностью в сочетании с внешним управлением и проверить ее результативность в опытно-экспериментальной работе.

**Методологической основой исследования** являются фундаментальные работы в области педагогики, психологии и теории деятельности и деятельностного подхода в образовании:

- системный подход (В.П. Беспалько, И.В. Блауберг, И.Я. Лернер, А.М. Новиков и др.), позволяющий провести системный анализ иерархической структуры электронной проблемной среды математических задач, выявить особенности структуры учебной деятельности и динамики развития системы учебных действий студента;

- деятельностный подход (Г.А. Атанов, Л.С. Выгодский, П.Я. Гальперин, Л.В. Занков, А.Н. Леонтьев, Н.Ф. Талызина, Г.П. Щедровицкий, и др.), определяющий приоритетность сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления при индивидуализации обучения математике;

- системно-функциональный подход к управлению учебной деятельностью (К.А. Анохин, В.И. Сосновский, Н.Ф. Талызина, В.И. Тесленко и др.) студентов обеспечил основу анализа систем обучения студентов в проблемных ситуациях с высокой неопределенностью;

- синергетический подход (В.Г. Буданов, Р.Г. Баранцев, Е.Н. Князева, М.С. Каган, В.М. Розин и др.), позволяющий выделить условия самоорганизации и продуктивной учебной деятельности студентов в процессе овладения способами решения математических задач;

- информационный подход (М.П. Лапчик, Л.П. Мартиросян, Н.И. Пак, И.В. Роберт, М.А. Рагулина, Э.Г. Скибицкий, О.Г. Смолянинова, Д.С. Чернавский и др.), позволяющий исследовать влияние информационных управляющих воздействий на учебную деятельность студентов.

**Теоретическую основу исследования обеспечили работы в области:**

- лично - ориентированного обучения (И.А. Зимняя, А.М. Новиков, В.В. Сериков, И.С. Якиманская и др.);

- профессионально-ориентированного обучения математике в высшей школе (В.А. Далингер, И.В. Дробышева, В.Ф. Любичева, В.Р. Майер, А.Г. Мордкович, М.В. Носков, С.И. Осипова, Э.Г. Скибицкий, В.А. Шершнева, Л.В. Шкерина и др.);

- теории моделирования процесса обучения (В.А. Веников, В.С. Гершунский, Д.М. Ковалев, И.Б. Новик, А.М. Новиков, А.И. Уемов, В.А. Штофф, Л.М. Фридман, Л.А. Растрингин и др.);

- теории педагогического управления учебной деятельностью (П.Я. Гальперин, В.И. Сосновский, Э.Г. Скибицкий, Н.Ф. Талызина, Л.В. Шкерина и др.);

- педагогических технологий и педагогического проектирования (В.П. Беспалько, В.С. Безрукова, М.В. Кларин, М.М. Левина, В. М. Монахов, Г.К. Селевко, В.А. Сластенин, Э.Г. Скибицкий, Л.В. Шкерина, И.О. Яковлева и др.);



- теории решения задач (Г.А. Балл, Л.Л. Гурова, В.М. Глушков, Ю.Н. Кулюткин, Н.И. Тулькибаева, Л.М. Фридман, А.М. Усова, А.В. Эсаулов и др.);

- теории управления и искусственного интеллекта (Дж. Люггер, П. Норвиг, Л.А. Растрин, С. Рассел, Саттон Р.С. и др.);

- структурирования содержания, динамизации методов и приемов обучения, взаимодействия в системе «учитель – ученик» (П.Я. Гальперин, Ю.И. Дик, В.В. Давыдов, В.С. Леднев, А.М. Леонтьев, В.М. Монахов, Б. Скиннер, Э.Г. Скибицкий, Д.Б. Эльконин и др.);

- информатизации образования (А.П. Ершов, Г.С. Григорьев, А.А. Кузнецов, О.А. Козлов, М.П. Лапчик, С. Пейперт, Е.С. Полат, Н.И. Пак, И.В. Роберт, О.Г. Смолянинова и др.).

### **Методы исследования**

1. Теоретические методы: анализ философской, методологической, педагогической, научно-технической и методической литературы по проблеме исследования; анализ и обобщение педагогического опыта, моделирование содержания обучения.

2. Методы эмпирического исследования: наблюдение, тестирование, анкетирование, собеседование, констатирующий и формирующий педагогические эксперименты, контент-анализ продуктов учебной деятельности студентов, анализ деятельности педагогов.

3. Статистические методы обработки данных исследования; и диагностики на основе методов математического моделирования учебной деятельности; использование методов статистического и корреляционного анализа.

### **Научная новизна исследования:**

- разработана научная концепция индивидуализации обучения математике студентов посредством сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления на основе принципов: *тезауруса* как базы математических знаний и *семиотического разнообразия* форм и способов представления математической информации; *неопределенности* как условия самоорганизации учебной деятельности студента и *оценочной обратной связи* как необходимого условия рефлексии студентов; *итеративности* процесса овладения способами решения математических задач и *мониторинга* учебной деятельности студентов и реакций проблемной среды в процессе решения математических задач в условиях использования ИКТ;

- введены понятия: интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач как комплекса педагогических условий, обеспечивающих студенту возможности выбора и осуществления действий по научению решению математических задач; траектории учебной деятельности студента при решении задач в условиях интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач;

- *предложен* организационно-технологический подход к реализации сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления в условиях использования средств ИКТ, основанный на теории обучения с подкреплением;

- *создана* функционально-структурная модель интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач, способствующей сочетанию самоуправления студентами учебной деятельностью по решению математических задач и внешнего управления с оценочной обратной связью;

- *разработан* комплекс динамических компьютерных тестов-тренажеров как интерактивная электронная обучающая проблемная среда математических задач и *создана методика* их использования, направленная на обеспечение сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления при обучении математике;

- *доказана* перспективность использования *идеи* сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью при обучении математике на основе компьютерной диагностики процессуальных характеристик этой деятельности посредством использования системы динамических компьютерных тестов-тренажеров математических задач для повышения качества их математической подготовки;

- *разработана методика* индивидуализации обучения математике студентов в условиях применения интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач, обеспечивающей самоуправление студентами учебной деятельностью в сочетании с внешним управлением на основе компьютерной диагностики этой деятельности посредством использования специальных методов: диагностики траекторий и уровней рейтинга учебной деятельности студентов, обучающихся решению математических задач; диагностики индивидуальных стратегий поиска студентами решений математических задач; фазовых портретов учебной деятельности; индуктивных порогов обобщений решения алгоритмических задач; бифуркации учебной деятельности в проблемных ситуациях решения математических задач.

**Теоретическая значимость исследования** заключается в том, что:

- *доказаны* научные положения, обогащающие и расширяющие теорию и методику обучения математике в области индивидуализации обучения математике студентов на основе сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью в условиях использования интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач;

- *изложены* основополагающие *идеи* нового подхода к индивидуализации обучения математике студентов как эффективному условию повышения качества математической подготовки в формате ФГОС ВО на основе сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью с внешним управлением и методов диагностики индикаторов

процессуальных характеристик учебной деятельности студентов по решению математических задач в режиме on line;

- раскрыты методологические подходы, основополагающие закономерности и принципы концептуального моделирования, положенные в основу концепции индивидуализации обучения математике студентов посредством сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления в режиме on line;

- изучены причинно-следственные связи индивидуализации обучения математике студентов в условиях интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач и уровня развития самоуправления студентами учебной деятельностью;

- проведена модернизация процесса обучения математике с учетом авторской концепции индивидуализации математической подготовки студентов в условиях применения средств ИКТ и разработанной на ее основе методики использования комплекса динамических компьютерных тестов-тренажеров как интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач;

- применительно к проблематике диссертационного исследования результативно использован комплекс базовых методов исследования (теоретические, эмпирические, статистические) в том числе: теоретический и методологический анализ, построение гипотез, моделирование, тестирование, контент-анализ, педагогический эксперимент, коэффициент корреляции Пирсона, вычисление средних величин и др.

**Значение полученных результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

- разработаны и внедрены в процесс обучения математике студентов Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, Сибирского федерального университет, Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова:

методика применения электронной проблемной среды математических задач, при обучении математике обеспечивающая сочетание самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью на основе использования средств динамических компьютерных тестов-тренажеров;

оригинальные методики диагностики процессуальных характеристик учебной математической деятельности студентов, направленные на выявление индивидуальных особенностей математических способностей студентов; определена типология математических задач, используемых в электронной проблемной среде динамических компьютерных тестов-тренажеров;

курсы по выбору «Компьютерные системы управления учебной деятельностью», «Методы компьютерной диагностики результатов обучения»;

учебно-методическое сопровождение индивидуализации обучения математике студентов, в том числе учебные пособия: «Применение

компьютерных технологий при обучении математике и физике»; «Динамические компьютерные тесты-тренажеры»; «Компьютерные динамические тесты. Психолого-педагогическая диагностика обучаемости»; «Сетевые динамические тесты - тренажеры и КСО»; «Компьютерные модели задач школьной математики»;

- *определены перспективы* практического использования теоретических выводов исследования в институтах повышения квалификации по программам модернизации математического образования, при разработке и реализации магистерских и аспирантских программ различной направленности;

- *создан и применен* компьютерный оценочно-диагностический инструментарий по изучению индивидуальных характеристик учебной деятельности студентов при обучении математике с использованием интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач;

- *представлены* методические рекомендации по использованию технологий динамического компьютерного тестирования деятельности обучающегося решению математических задач в условиях неопределенности;

- *получены*: патент на изобретение № 2294144 Государственный реестр изобретений, 2007. «Способ обучения и диагностики обучаемости»; свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ «Система диагностики обучаемости при компьютерном динамическом тестировании», «Компенсаторная интеллектуальная информационная система "Кривые второго порядка"», «Поиск закономерностей», «Динамические пазлы» и др.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

*для экспериментальных работ*: обеспечена репрезентативностью выборок испытуемых и воспроизводимостью результатов педагогического эксперимента, объективностью методов компьютерного мониторинга учебной деятельности студентов и изменений проблемной среды в процессе научения решению математических задач в динамических компьютерных тестах-тренажерах;

- *теория* построена на основе системного, информационного, деятельностного, синергетического подходов с опорой на основные теоретические и методологические положения индивидуализации обучения математике в электронной проблемной среде, обеспечивающей условия сочетания самоуправления и внешнего управления учебной деятельностью студентов;

- идея повышения качества математической подготовки студентов вузов в процессе индивидуализации обучения математике базируется на многоаспектном анализе исследуемой проблемы; современных достижениях педагогической психологии и методики обучения математике.

– *установлена* целесообразность индивидуализации математической подготовки на основе сочетания самоуправления и внешнего управления учебной деятельностью студентов как способа, позволяющего повысить

качество математической подготовки за счет формирования поисковой активности студентов в условиях регулируемой неопределенности проблемных сред математических задач; способности к самоуправлению и самоорганизации учебной математической деятельностью студента; качественное и количественное совпадение результатов диссертации с результатами, представленными в независимых источниках (А.Г. Доррер, М.А. Холодная, З.И. Калмыкова, И.С. Якиманская) по данной тематике, включая распределение обучаемости испытуемых и положительную корреляцию между временными темпами (быстроты и точности) решения задач и объемами выполненных работ, увеличение разброса динамических параметров с возрастанием параметров обучаемости, что свидетельствует о резко выраженной индивидуальности математически одаренных студентов и «квазистандартизации» процессуальных характеристик учебной деятельности студентов со средними математическими способностями;

- *использован* оригинальный метод компьютерного скрытого мониторинга учебной деятельности в режиме реального времени, включая компьютерную запись данных в специально разработанный протокол, в котором в цифрованном формате представлена информация.

**Личный вклад соискателя состоит в** постановке проблемы исследования, выдвижении научных идей и реализации их в научно-педагогический продукт, участии в научных исследованиях на всех этапах процесса как организатора, так и непосредственного участника и исполнителя при получении исходных данных и проведении научных экспериментов по апробированию созданной лично соискателем функционально-структурной модели электронной проблемной среды, обеспечивающей сочетание внешнего управления и самоуправления учебной деятельностью при обучении математике студентов вуза, анализе степени разработанности проблемы в научно-педагогической литературе, теоретическом обосновании основных идей и положений исследования, создании технологии инструментальных средств индивидуализации математической подготовки – динамических компьютерных тестов-тренажеров, в обосновании и реализации самоуправления студентами учебной деятельностью в условиях применения динамических компьютерных тестов-тренажеров математических задач для диагностики процессуальных характеристик учебной деятельности, обеспечивающего индивидуальный подход к обучению математике и повышение качества математической подготовки студентов вуза. Автором проведены обработка и интерпретация экспериментальных данных, введены новые понятия, предложены эвристические диагностические модели индивидуальных характеристик учебной деятельности студентов, а также проведена подготовка основных публикаций по выполненной работе, предложена идея изобретения и осуществлена постановка большинства сценариев и алгоритмов компьютерных программ динамических компьютерных тестов-тренажеров математических задач.

**Экспериментальная база исследования** ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева». В эксперименте участвовали более 800 студентов института математики, физики и информатики, КГПУ им. В.П. Астафьева.

#### **Основные этапы исследования**

*На первом этапе* (2000–2004) изучались и анализировались философские, психолого-педагогические и научно-методические исследования проблемы индивидуализации. Разработана функционально-структурная модель электронных проблемных сред математических задач, созданы опытные инструментальные средства диагностики учебной деятельностью (динамические компьютерные тесты-тренажеры по математике), проведен констатирующий эксперимент. Обозначены основы подхода к решению проблемы.

*На втором этапе* (2005–2010) проведен поисковый эксперимент, разработана концепция индивидуализации математической подготовки студентов в вузе, на основе применения развивающих электронных проблемных сред математических задач, получен патент на изобретение «Способ обучения и диагностики обучаемости», созданы динамические компьютерные тесты-тренажеры по математике и методы диагностики процессуальных характеристик учебной деятельности студентов, обучающихся решению математических задач, проведена начальная стадия формирующего эксперимента.

*На третьем этапе* (2011–2016) в ходе завершающего формирующего эксперимента выявлялись условия практической реализации концепции индивидуализации математической подготовки студентов в вузе на основе применения электронных проблемных сред математических задач; дальнейшего практического использования динамических компьютерных тестов-тренажеров по математике; уточнения, систематизации и обобщения материалов исследования.

**Апробация результатов исследования и внедрение результатов исследования** осуществлялись проведением опытно-экспериментальной работы, внедрением результатов исследования в педагогическую практику, обсуждением на межвузовском семинаре «Актуальные проблемы обучения математике в вузе и школе» и заседаниях кафедры математического анализа и методики обучения математике в вузе ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева», на защитах 5 кандидатских диссертаций по специальностям 13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания (математика, уровень профессионального образования), выполненных под руководством автора.

Основные идеи и результаты положения диссертационного исследования докладывались и обсуждались на следующих научно-практических конференциях:

- *международных*: материалы международных научно-практических конференций: Международной научной конференции «56 Герценовские чтения по проблемам обучения математике в школе и вузе». С-Пб., 2003;

Международной научно-методической конференции «Развитие системы образования в России XXI века». Красноярск: КГУ, 2003; «Информационные технологии в образовании». М., 2003; Международной научно-методической конференции «Современные проблемы преподавания математики и информатики». Тула, 2004; Международной научно-практической конференции «Внутривузовские системы обеспечения качества подготовки специалистов». Красноярск, 22–23 ноября 2005 г.; Международной научной конференция «Информатизация обучения математике и информатике: педагогические аспекты». Минск, 2006; The International Scientific Colloquium «Competences and teacher competence», Osijek, 18–19 april 2007; Международной научно-практической конференции «Информатизация педагогического образования». Екатеринбург, 2007; XVII Международной конференции «Математика. Образование». Чебоксары, 2009; XVI Международной конференции. «Математика. Компьютер. Образование». Пущино, 2009; IV Международной конференции «Новые информационные технологии в образовании для всех: инновационные методы и модели». Киев, 2009; Международной научной конференции «Информатизация образования 2010. Педагогические аспекты создания информационно-образовательной среды». Минск, 2010; V Международной конференции «Виртуальные и интеллектуальные системы». Барнаул, 2010; V Международной научно-практической конференции. «Системный анализ и информационные технологии» САИТ – 2013, Красноярск; II Международная конференция «Актуальные проблемы обучения математике и информатике в школе и вузе». МГПУ, Москва, 2014; Международной научно-практической конференции «Теоретические и практические вопросы психологии и педагогики». Челябинск, 2015; Международной научно-практической конференции «Современные научные исследования: теоретический и практический аспект». Сызрань, 2016;

- *всероссийских и республиканских*: Научно-методический симпозиум Академии информатизации образования «Информационные технологии и методология обучения точным наукам». М., декабрь, 2002; Всероссийская научно-методическая конференция «Совершенствование систем управления качеством подготовки специалистов». Красноярск, 2003; Всероссийский семинар преподавателей математики педвузов и университетов: Тверь, XXII-2003, Саратов, XXIV-2005, Челябинск, XXIII-2004, Пермь, XXVII-2008; Всероссийской научно-методической конференции «Совершенствование систем управления качеством подготовки специалистов». Красноярск, 2003;

По результатам исследования автором опубликовано 109 научных работ, в том числе 38 публикаций в журналах и 1 патент на изобретение, включенных в перечень ВАК МО и Н РФ.

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. Индивидуализация обучения математике в условиях ИКТ это процесс обучения математике в условиях интерактивной электронной обучающей проблемной среды, обеспечивающей сочетание самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управлением с оценочной

обратной связью на основе принципов: *тезауруса* как базы математических знаний и *семиотического разнообразия* форм и способов представления математической информации; *неопределенности*, иницилирующей возникновение проблемных ситуаций и *оценочной обратной связи* как необходимого условия рефлексии студентов; *итеративности* процесса овладения способами решения математических задач и *мониторинга* учебной деятельности студентов и реакций проблемной среды в процессе решения математических задач.

2. Организационно-технологический подход к внешнему управлению, представляет собой систему взаимосвязанных информационных, институциональных и мотивационных подкреплений, которые при наличии содержательной компоненты (математических задач) в условиях скрытого мониторинга позволяют сконструировать учебную деятельность на основе сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления. В основе организации самоуправления студентами учебной деятельностью, заложены: в случае информационных подкреплений – численные оценки действий; в случае институциональных подкреплений – численные оценки правильных действий и запрет неправильных; в случае мотивационных подкреплений – численная оценка рейтинга учебной деятельности.

3. Интерактивная электронная обучающая проблемная среда математических задач представляет собой комплекс специальных педагогических условий, обеспечивающих студенту возможность выбора и осуществления действий по научению решению математических задач в режиме онлайн. Специальные педагогические условия включают: комплекс математических задач определяющих содержательную компоненту тезауруса обучающегося; вариативные способы (алгоритмы) решения задач; проблемные учебные ситуации по решению математических задач; информационные и институциональные подкрепления действий студента; рейтинг студента по этапам решения задач; диагностику и коррекцию результатов учебной деятельности; оценочную обратную связь.

Электронная обучающая проблемная среда математических задач будет обеспечивать интерактивность взаимодействия студентов при обучении математике, если она соответствует принципам: адекватности компьютерных моделей, моделинга, предвидения, или прогноза, причинно-следственной связи, рандомизации, развития определяют интерактивность взаимодействия студентов с электронной проблемной средой.

4. Функционально-структурная модель интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач, ориентированной на обеспечение сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью, образует взаимосвязанную систему из иерархии подсистем, включающих: подсистему содержательной компоненты (математические задачи, решение которых задает тактические цели учебной деятельности); подсистему формирующую стратегическую цель, отражающую потребность в научении решению



математических задач, выраженной в мотивации достижения наивысшего уровня рейтинга учебной деятельности; подсистему информационных и институциональных подкреплений учебных действий и способов достижения тактических целей; подсистему результатов диагностики учебной деятельности обучающегося и подсистем внешнего управления ею. Функционирование подсистем подкреплений взаимосвязано между собой: выше рейтинг мотивационных подкреплений меньше частота информационных и институциональных подкреплений, ниже рейтинг мотиваций больше частота информационных и институциональных подкреплений. Функционально-структурная модель электронной проблемной среды математических задач является базовой моделью инструментальных средств индивидуализации обучения математике – динамических компьютерных тестов-тренажеров математических задач.

5. Комплекс динамических компьютерных тестов-тренажеров математических задач, *отвечающих требованиям*: компьютер генерирует задания, то есть формулирует перед студентом цель; для выполнения задания компьютер предлагает студенту виртуальные объекты, с которыми обучающийся может производить различные манипуляции или действия; система действий осуществляемых студентом по достижению цели, образует временной ряд событий, который записывается в память компьютера; система внешнего управления осуществляет контроль над действиями студента и оказывает на него корректирующие воздействия в виде численных оценок действий через оценочную обратную связь; *представленный* подсистемами: модуль учебного материала (МУМ); вычислительный модуль; управляющий модуль (адаптер); интерфейс; модуль мониторинга учебной деятельности студента, *соответствует* функционально-структурной модели интерактивной электронной обучающей проблемной среды, ориентированной на сочетание самоуправления студентом учебной деятельностью при решении математических задач и внешнего управления.

6. Методика применения динамических компьютерных тестов-тренажеров при обучении студентов решению математических задач направлена на обеспечение сочетания самоуправления студентом учебной деятельностью при решении математических задач и внешнего управления, если: для каждого студента генерируется своя последовательность задач; студенту предоставляется возможность осуществлять деятельность в материализованной форме; не ограничивается проявление индивидуальных математических способностей студента; визуализируется модель пространства состояний решения задачи в режиме реального времени; ведется кодированная запись информации о результатах учебной деятельности студентов по решению математических задач; используется компьютерная технология организации оценочной обратной связи с использованием специальных процессуальных характеристик учебной деятельности студентов при решении математических задач.

7. Методика индивидуализации обучения студентов решению математических задач в интерактивной электронной обучающей проблемной

среде математических задач будет способствовать повышению качества их математической подготовки, если все ее основные компоненты соответствует разработанной концепции:

- целевой – обогащен критериальными требованиями к сформированности основных компонентов учебной деятельности студентов;
- содержательный – представлен комплексом математических задач, проблемных учебных ситуаций в решении математических задач, способов и алгоритмов их решения;
- технологический – обеспечивается адекватными целям инструментальными средствами, созданного комплекса динамических компьютерных тестов-тренажеров математических задач, используемых по специально разработанной методике;
- диагностический – создан с учетом комплекса основных процессуальных характеристик учебной деятельности студента при решении математических задач (траектория поиска решения задач и рейтинг учебной деятельности студента; стратегия поиска решения задач и бифуркация; фазовые портреты учебной деятельности и индуктивные пороги обобщений; обучаемость и время принятия решения; способность к дифференцировке и распознаванию объектов; объем и глубина оперативной памяти), которые выявляются в составе учебной деятельности студента и оцениваются по специально разработанным методикам диагностики.

#### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из Введения, четырех глав, Заключения, библиографического списка, приложений. Общий объем работы составляет 470 страниц. Диссертация иллюстрирована схемами, рисунками, таблицами, графиками. Структура построения диссертации отражает последовательность решения основных задач исследования.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обосновывается актуальность темы исследования, раскрывается степень изученности проблемы, определяется объект и предмет исследования, его цель, задачи, гипотеза, рассматриваются методологические основы, научная новизна, формулируются основные положения, выносимые на защиту, показывается теоретическая и практическая значимость, приводятся сведения об обоснованности и достоверности, апробации и внедрения результатов исследования.

**В первой главе «Теоретические основы индивидуализации математической подготовки студентов на основе деятельностного подхода с использованием ИКТ»** определяются теоретико-методологические основания индивидуализации обучения математике студентов вузов с использованием средств ИКТ в контексте процессуального аспекта итеративной учебной деятельности студентов, и формулируются концептуальные положения индивидуализации обучения математике студентов в вузе на основе сочетания самоуправления студентами учебной

деятельностью и внешнего управления при обучении решению математических задач в условиях использования средств ИКТ.

Для решения поставленных задач *в первом параграфе проанализированы* современные представления психолого-педагогических основ индивидуализации обучения в вузе (Т.В. Бурлакова, И.В. Дробышева, О.А. Зимовина, А.А. Кирсанов, И.В. Корытов, Т.В. Куликова, А.А. Опрышко, Э.Г. Скибицкий, И.Э. Унт, Л.В. Шкерина и др.), из которых следует, что индивидуализация обучения математике в высшей школе осуществляется посредством различных форм и видов дифференциации. Основное внимание обращается на результативную сторону процесса обучения (уровень сформированности знаний, умений, навыков), в то время как процессуальная сторона учебной деятельности, характеризующая индивидуальную избирательность студента в способах познавательной активности, практически не исследуется. Из анализа проблемы индивидуализации обучения математике (З.И. Калмыкова, О.А. Конопкин, С.Б. Пустовалов, Э.Г. Скибицкий, М.С. Чибичян, Л.В. Шмелькова, Е.Г. Шмакова, И.С. Якиманская и др.) сделан вывод, что в процессе самоуправления учебной деятельностью студенты могут реализовать индивидуальный темп изучения материала, определить направление изучения: от частного к общему или от общего к частному, т.е. использовать присущий им индивидуальный стиль деятельности и познания, для них психологически комфортный (Е.А. Климов, Т.В. Матвеева, В.С. Мерлин, О.С. Самбикина и др.). Сделан вывод, что в ситуациях с большим диапазоном неопределенности и поставленной целью поведение студента обусловлено потребностью в эффективном выполнении учебной деятельности и, максимально возможном проявлении своей индивидуальности, которая реализуется через процессуальные характеристики учебной деятельности.

Учебная деятельность как объект управления и самоуправления рассматривается *во втором параграфе*. Проведенный анализ работ (П.Я. Гальперина, Л.В. Жарова, Л.А. Растригина, Е.Н. Рябининой, Т.А. Спирина, Н.Ф. Талызиной, Д.А. Хабибулиной, М.Б. Шашкиной, В.А. Якунина и др.) показал, что традиционное внешнее управление учебной деятельностью существенно ограничивает возможности самоуправления студентами учебной деятельностью. Это обусловлено тем, что обратная связь носит инструктивный характер (указания, предписания, помощь, подсказки и т.п.) ограничивающий самостоятельность студентов. Поэтому индивидуализация обучения математике включает, как обязательный элемент, дифференциацию студентов по уровням их самостоятельности, учитывающие индивидуальные особенности студентов. В условиях традиционного применения средств ИКТ (А.Г. Доррер, Л.П. Мартиросян, Е.И. Машбиц, О.А. Михайленко, Е.С. Полат, М.И. Рагулина, Л.А. Растригин, И.В. Роберт и др.) индивидуализация обучения математике основывается на адаптации учебных воздействий к индивидуальным психологическим особенностям студентов. При этом средства ИКТ оказывают содействие (поддержку) адаптации студентов к математическим задачам.

В будущей профессиональной деятельности маловероятно, что выпускнику вуза будут создавать специальные условия для содействия их адаптации к профессиональной среде. Поэтому, в современных условиях с высокой неопределенностью быстро изменяющихся условий профессиональной деятельности, перед вузом стоит задача дать выпускнику вуза образование, позволяющее ему посредством самоуправления своей деятельностью быстро адаптироваться к изменяющимся неопределенным условиям. Решить эту задачу позволит индивидуализация обучения математике студентов, основанная не на учете индивидуальных особенностей студентов, а на создании условий содействующих саморазвитию их индивидуального потенциала самоуправления учебной деятельностью. Как следствие этого, возникает необходимость в разработке концептуальных положений индивидуализации обучения математике отличных от традиционного подхода. В *третьем параграфе* показано, что при научении решению математических задач достигается две взаимообусловленные цели: 1) тактическая цель, обусловленная решением конкретных математических задач; 2) стратегическая цель, состоящая в овладении деятельностью по решению данного типа задач. Стратегическая цель в процессуальном аспекте итеративного научения достигается в результате решения последовательности одинаковых или аналогичных математических задач и характеризует адаптацию, или приспособление студента к неопределенным изменяющимся условиям учебной деятельности. Установлено, что реализация процессуального аспекта итеративного научения решению математических задач содействует студенту в достижении автономности учебной деятельности при решении задач. Автономность учебной деятельности (М.И. Башмаков, Л.В. Жарова, П.И. Пидкасистый, Д.А. Хабибулин и др.) состоит в независимости действий студента от внешних управляющих воздействий. Выявлено, что для решения проблемы внешнего управления итеративным научением учебной деятельностью по решению математических задач необходимо создать оценочную обратную связь, посредством которой подкрепляются действия обучающегося. Оценочная обратная связь в условиях использования средств ИКТ является необходимым условием сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления.

На основе проведенного анализа актуализирована разработка концепции индивидуализации обучения математике студентов посредством сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью. Основные принципы индивидуализации обучения математике должны содействовать студенту в развитии его индивидуальных способностей к математике и внутренних адаптационных механизмов в процессе итеративного научения решению математических задач на основе применения средств ИКТ.

В *четвертом параграфе* рассматриваются концептуальные основы индивидуализации обучения математике, обеспечивающей обучающемуся студенту свободу принятия решений в формировании и выборе действий или

путей поиска решения математических задач, в условиях неопределенности и внешних управляющих воздействий, имеющих оценочный характер.

На рисунке 1. приведена структурная схема взаимодействия студента с интерактивной электронной обучающей проблемной среде, обеспечивающей сочетание самоуправления учебной деятельностью и внешнего управления.



Рис.1. Структура взаимодействия обучающегося и интерактивной электронной обучающей проблемной среды

Взаимодействие студента с интерактивной электронной обучающей проблемной средой состоит в том, что действия обучающегося студента в режиме реального времени подкрепляются реакциями со стороны интерактивной электронной обучающей проблемной среды в виде численных оценок, которые играют роль вознаграждений или подкреплений учебной деятельности.

Результаты мониторинга взаимодействия студента с интерактивной электронной обучающей проблемной средой используются внешним управлением для вычисления рейтинга учебной деятельности. Студент производит действия в процессе поиска решения задачи, реализуя самоуправление учебной деятельностью на основе информации о численной оценке результатов предыдущих действий.

Интерактивная электронная обучающая проблемная среда задает условия, к которым обучающийся должен адаптироваться. Эти условия

включают неопределенности, обусловленными изменяющимися математическими задачами и случайным характером подкреплений действий студентов. Студент адаптируется к интерактивной электронной обучающей проблемной среде при научении решению задач на основе опыта своего взаимодействия с нею.

На основе проведенного анализа сформулирован ряд принципов организации интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач обеспечивающих индивидуализацию обучения математике студентов вуза на основе применения средств ИКТ:

- *тезауруса* математических знаний, умений и навыков студента как условия, необходимого для формирования множества альтернативных вариантов решения задач;

- *семiotического разнообразия* форм и способов представления математической информации как условия реализации индивидуальных стилей учебной деятельности;

- *неопределенности* электронной проблемной среды как условия возникновения когнитивной неустойчивости учебной деятельности студентов;

- *оценочной обратной связи* как условия, обеспечивающего студенту возможности принятия решения о выборе действия, и, как следствие этого, приводящей к рефлексии и самоуправлению студентами учебной деятельностью;

- *итеративности* процесса овладения способами решения математических задач, реализующего процессуальный аспект учебной деятельности;

- *мониторинга индикаторов* процессуальных характеристик учебной деятельности студентов как условия получения диагностической информации, необходимой для принятия решений об управляющих воздействиях.

**Во второй главе «Функционально-структурная модель электронной проблемной среды математических задач, обеспечивающая сочетание внешнего управления и самоуправления студентами учебной деятельностью»** посвящена анализу основных принципов интерактивности, организационно-технологического подхода к сочетанию самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления, и условий самоорганизации учебной деятельности студентов при обучении решению математических задач, а также обоснованию функционально-структурной модели интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач, обеспечивающей сочетание самоуправления студентами учебной деятельностью по решению математических задач и внешнего управления.

*В первом параграфе* проведен анализ общих представлений об интерактивности электронной обучающей проблемной среды как педагогическом феномене (И.М. Горбаченко, Е.Н. Рябина, И.В. Сафронова, Н.Н. Суворова и др.). Для решения поставленных задач

формулируются основные принципы интерактивности электронной обучающей проблемной среды: адекватности, моделинга, предвидения, оценочной обратной связи, рандомизации и развития.

На основе проведенного анализа показано, что интерактивная электронная обучающая проблемная среда математических задач реализует интерактивность 3-го уровня в условиях оценочной обратной связи, управляющие воздействия которой носят информационный, «институциональный» и мотивационный характер. Установлено, что реализация принципа рандомизации параметров математических задач и оценочных управляющих воздействий в системе внешнего управления учебной деятельностью позволяет формировать (регулировать) неопределенность интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач. Неопределенность стимулирует поисковую активность (В.С. Ротенберг, В.П. Прядин и др.) студентов в процессе обучения математике. Уточнено понятие «интерактивная электронная обучающая проблемная среда». *Под интерактивной электронной обучающей проблемной средой математических задач мы понимаем комплекс педагогических условий, обеспечивающих студенту возможности выбора и осуществления действий по научению решению математических задач.* Интерактивная электронная обучающая проблемная среда состоит из виртуальной среды математических объектов (задач), компьютерных средств, позволяющих манипулировать компьютерными математическими моделями, и центра внешнего управления учебной деятельностью.

*Во втором параграфе* обоснован организационно-технологический подход к внешнему управлению (Д.А. Новиков и др.), представляющий собой систему взаимосвязанных информационных, институциональных и мотивационных подкреплений, которые при наличии содержательной компоненты (математических задач) в условиях скрытого мониторинга позволяют сконструировать учебную деятельность на основе сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления. В основе организации самоуправления студентами учебной деятельностью, заложены: в случае информационных подкреплений - численные оценки действий; в случае институциональных подкреплений – численные оценки правильных действий и запрет неправильных; в случае мотивационных подкреплений – численная оценка рейтинга учебной деятельности. Обучающийся принимает решения по выбору действия, наблюдает и анализирует результаты своих действий. Учебная деятельность студента носит поисковый, целенаправленный характер и приводит к продуцированию информации о свойствах математических объектов и задач.

В предлагаемой интерактивной электронной обучающей проблемной среде внешнее управление не только воздействует на поведение обучающегося, но и осуществляет действия над объектами проблемной среды. Интерактивность внешнего управления проявляется в том, что компьютерная система участвует в деятельности по поиску решения задачи, совместно с обучающимся. Организационно-технологический подход к

внешнему управлению предполагает неполную информированность об обучающемся студенте (например, о его типе, правилах устранения неопределенности и принятия решений и т.д.). Внешнее управление побуждает студентов к выбору определенных действий через использование механизмов подкреплений учебных действий студентов в виде: информации о «расстоянии до цели»; гомеостатического регулирования числа ошибочных действий; варьирования сложности решаемых задач.

Иерархическая структура управляющих воздействий обеспечивает адекватную реакцию интерактивной электронной обучающей проблемной среды на сложное поведение обучающегося и обуславливает сочетание самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления при индивидуализации обучения математике, определяющей повышение качества математической подготовки студентов.

*Третий параграф* посвящен анализу самоорганизации учебной деятельности студентов возникающей в процессе их взаимодействия с интерактивной электронной обучающей проблемной средой математических задач. Условиями самоорганизации студента (В.Г. Буданов, И. Пригожин, Г. Хакен, Д.С. Чернавский, Л.В. Шкерина и др.) являются: состояние когнитивной неустойчивости учебной деятельности, возникающее при изменении неопределенности интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач; семиотическое разнообразие представления математической информации; тезаурус математических знаний студентов. Сделан вывод о том, что самосогласованное с результатами учебной деятельности студента изменение неопределенности интерактивной электронной обучающей проблемной среды позволяет обучающемуся студенту инициировать неустойчивое состояние учебной деятельности, соответствующее его зоне ближайшего развития. Показано, что учебная деятельность студентов в зоне ближайшего развития определяет саморазвитие студентов посредством ее самоорганизации.

*В четвертом параграфе* рассмотрена функционально-структурная модель интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач, направленная на сочетание самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью. Схематично функционально-структурная модель математических задач представлена на рисунке 2. иерархией подсистем.

Подсистема 1-го уровня – представляет собой модуль, отвечающий за сбор, хранение и обработку данных о действиях обучающегося и подсистем верхних уровней, выполняет функции памяти и прогнозирования развития учебной деятельности. Второму уровню иерархии отвечает подсистема, осуществляющая «институциональные» и информационные подкрепления учебной деятельности обучающихся, дающие численную оценку действиям и способам решения задач. Подкрепления отражают потребность обучающегося в самоконтроле за процессом решения задач. Они направлены на вторую внутреннюю компоненту мотивационной сферы обучающегося, обусловленную мотивацией процесса.



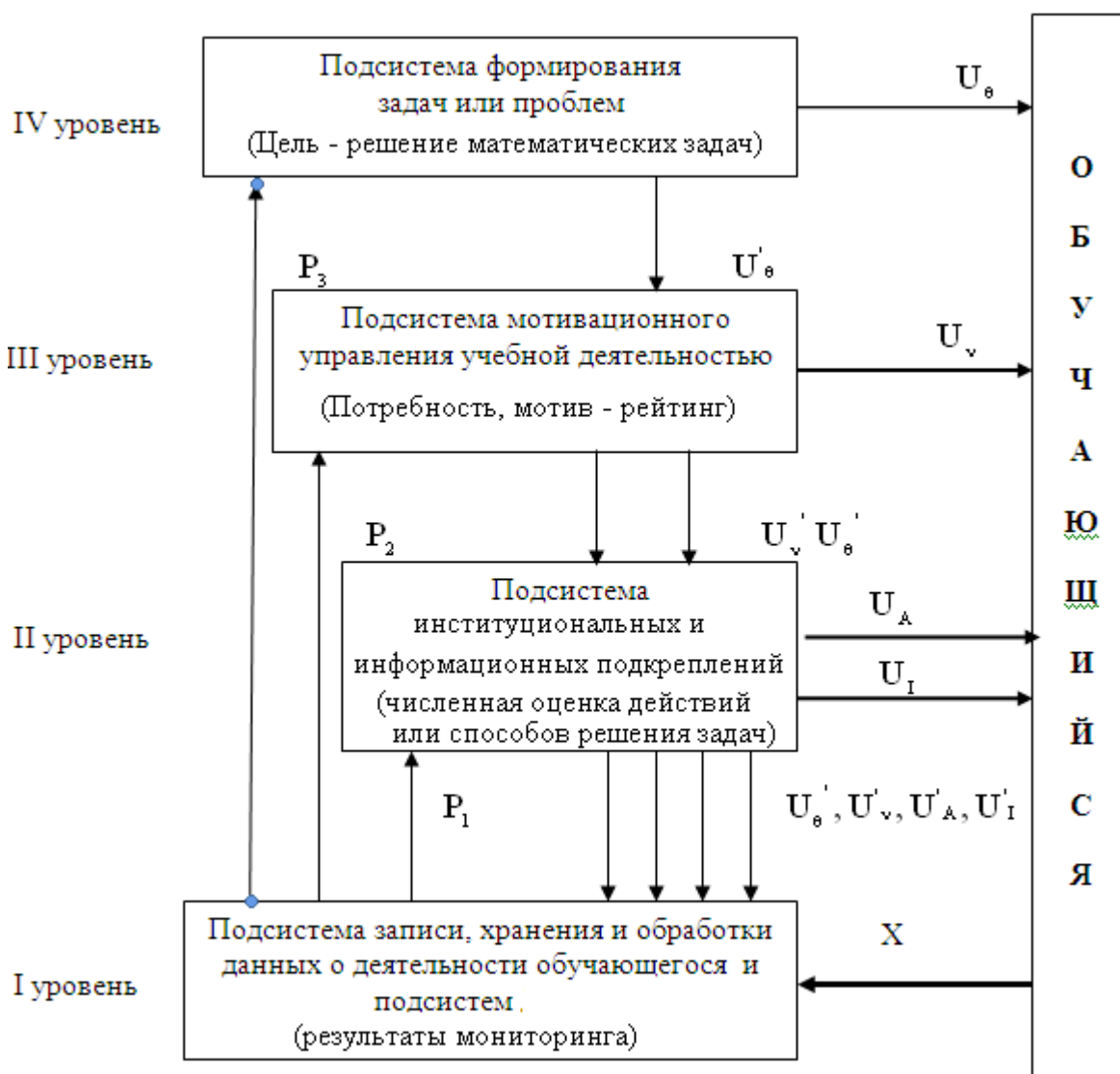


Рис. 2. Функционально-структурная модель интерактивной электронной обучающей проблемной среды, направленная на сочетание внешнего управления и самоуправления обучающимся учебной деятельностью

На третьем уровне иерархии – подсистема, осуществляющая мотивационное управление учебной деятельностью, направленное на мотивацию результата учебной деятельности. Потребность студента в результате, состоящего в достижения максимального уровня рейтинга является первой внутренней компонентой его мотивационной сферы (И.А. Зимняя, А. Маслоу и др.). Четвертому уровню иерархии отвечает подсистема, формирующая содержательную компоненту, т.е. математические задачи (проблемы). Подсистема включает вывод на экран дисплея: формулировку задачи или проблемы; объекты, которыми обучающийся может манипулировать (управлять) с помощью кнопок, отражающих множество действий или операций, доступных обучающемуся.

Иерархическая структура функционально-структурной модели направлена на сочетание самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления. Изменение режимов функционирования ее

подсистем обуславливается динамикой изменений учебной деятельности обучающегося.

**Третья глава «Динамические компьютерные тесты-тренажеры по математике как инструментальные средства индивидуализации обучения математике студентов вуза»** посвящена обоснованию компьютерных методов диагностики учебной деятельности студентов по решению математических задач и технологии создания динамических компьютерных тестов-тренажеров математических задач.

Для решения поставленной задачи *в первом параграфе* выявлены возможности компьютерных технологий (В.А. Дюк, Е.И. Машбиц, Р.С. Немов, В.В. Никандров, и др.) по организации компьютерного наблюдения и записи действий в режиме реального времени студентов, работающих на компьютере. Разработана и введена оригинальная система кодирования и записи синтаксической и семантической информации, позволяющая получать объективные «L»- и «T»- данные об учебной деятельности в условиях индивидуализации обучения математике студентов.

Предложена и запатентована компьютерная технология организации обратной связи, которая позволяет получать «L»- и «T» -данные («objective test data») о процессе учебной деятельности.

*Во втором параграфе* на основе функционально-структурной модели интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач сформулированы основные этапы создания динамических компьютерных тестов-тренажеров математических задач, позволяющие получать «T» - данные, отражающие индивидуальную динамику изменений учебной деятельности.

На основе анализа структуры учебной деятельности студентов, отметим, что в контексте нашего исследования мы будем рассматривать три этапа: вводно-мотивационный, операционально-познавательный и контрольно-оценочный. Это обусловило принципы, лежащие в основе разрабатываемых нами динамических компьютерных тестов-тренажеров по математике. Во-первых, динамические компьютерные тесты-тренажеры устроены так, что компьютер генерирует задания, то есть формулирует перед студентом цель, при этом реализуется принцип целеполагания. Во-вторых, для выполнения задания компьютер предлагает студенту виртуальные объекты, с которыми обучающийся может производить различные манипуляции или действия, реализуя принцип интерактивности. В-третьих, система действий осуществляемых студентом по достижению цели, образует временной ряд событий, который записывается в память компьютера, при этом реализуется принцип мониторинга. В-четвертых, система внешнего управления осуществляет контроль над действиями студента и оказывает на него корректирующие воздействия в виде численных оценок действий, при этом реализуется принцип оценочной обратной связи.

В динамических компьютерных тестах-тренажерах контрольную и корректирующую функции выполняет компьютер. При этом компьютер, ведет подробный протокол деятельности всех участников.

В третьем параграфе обоснована структура динамических компьютерных тестов-тренажеров (ДКТТ) математических задач. При разработке динамических компьютерных тестов-тренажеров необходимо использовать те возможности, которые дает компьютерные технологии для реализации дидактического принципа наглядности: различные формы предоставления информации, ситуационное моделирование среды, процессов и явлений, подача информации полимодальным способом (при этом задействованы все каналы восприятия информации: это цветовое оформление виртуальных объектов, звуковые эффекты и т. п.).

Рассмотрим особенности функционирования и морфологию составляющих подсистем ДКТТ, или то, как организованы и функционируют основные составляющие ДКТТ (см. рис.3а.). Пример интерфейса динамического компьютерного теста-тренажера «Кривые второго порядка» приведен на рис. 3-б.

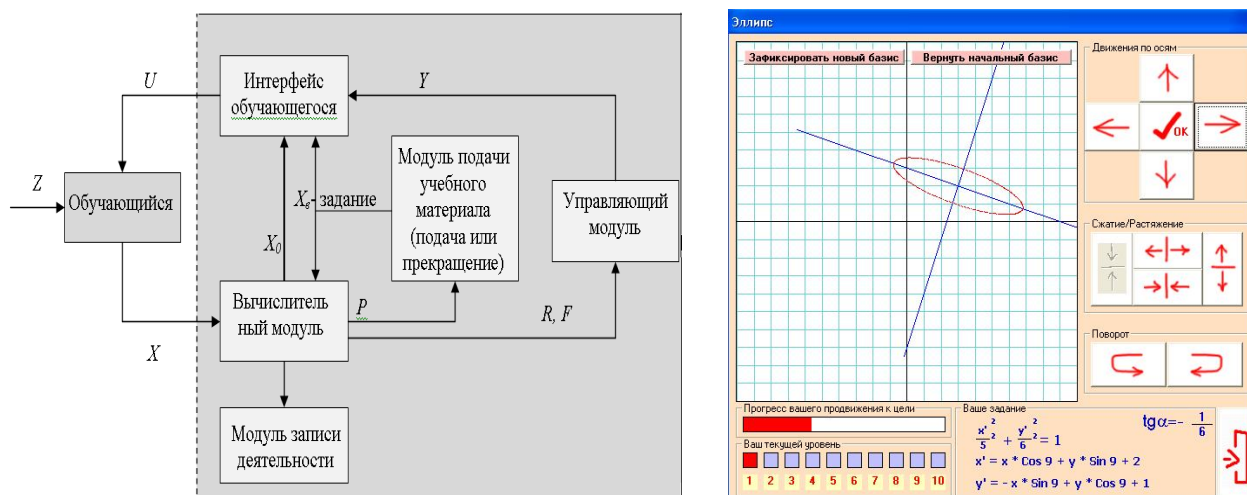


Рис. 3. а- схема структуры ДКТТ ; б- интерфейс ДКТТ «Кривые второго порядка»

На рис. 3-а введены следующие обозначения:  $Z$  – возмущение;  $U$  – управляющее воздействие;  $Y$  – управляемая величина (действия обучающегося);  $R$  – критерий оптимальности;  $F$  – функционал;  $P$  – управляющая команда на МУМ для очередной подачи учебного материала;  $X_e$  – задающее воздействие (задание);  $X_0$  – управляющее воздействие в ходе решения задания. Структура ДКТТ состоит из следующих подсистем:

- модуль учебного материала (МУМ);
- вычислительный модуль;
- управляющий модуль (адаптер);
- интерфейс;
- модуль записи продуктов деятельности;
- диагностический модуль.

Индивидуализация процесса научения решению математических задач достигается за счет того, что, во-первых, для каждого студента генерируется своя практически неповторимая последовательность задач; во-вторых,

внешнее управление учебной деятельностью содействует студенту в самоуправлении поиском решения задач, не ограничивая проявления его индивидуальных математических способностей. Подсистема, генерирующая задачи, предоставляет студенту возможность осуществлять деятельность в материализованной форме. Для этого у ДКТТ должны быть достаточно развитые графические средства отображения решения задачи.

Установлено, что основой функционирования динамических компьютерных тестов-тренажеров учебной деятельности студентов, обучающихся решению математических задач, является построение модели пространства состояний задач (Э. Хант, С. Рассел, Дж. Люггер). Компьютерная реализация пространства состояния математических задач и организация управления поиском целевого состояния решения задачи позволяют осуществлять индивидуализацию обучения математике студентов вузов на основе применения ДКТТ математических задач. ДКТТ как инструментальное средство самоуправления студентами учебной деятельностью диагностирует процессуальные характеристики учебной деятельности студентов, обучающихся математике. Выявлено, что динамика развития учебной деятельности студента при работе с динамическими компьютерными тестами-тренажерами определяется суммарным коэффициентом обратной связи:

$$R_i^T = P_A^{i-1} \cdot P_B^{i-1} + P_A^{i-1}, \quad (1)$$

где  $P_A^{i-1} = \frac{N_1^{i-1}}{N_0^{i-1}}$  – доля неправильных действий ( $N_1$  – количество неправильных действий;  $N_0$  – общее количество действий);  $P_B^{i-1}$  – относительная частота информационных подкреплений учебных действий.

Графики изменения коэффициента обратной связи (1) в масштабе выполненных заданий представлены на рисунке 5. Маркеры на графиках обозначают выполненные задания.

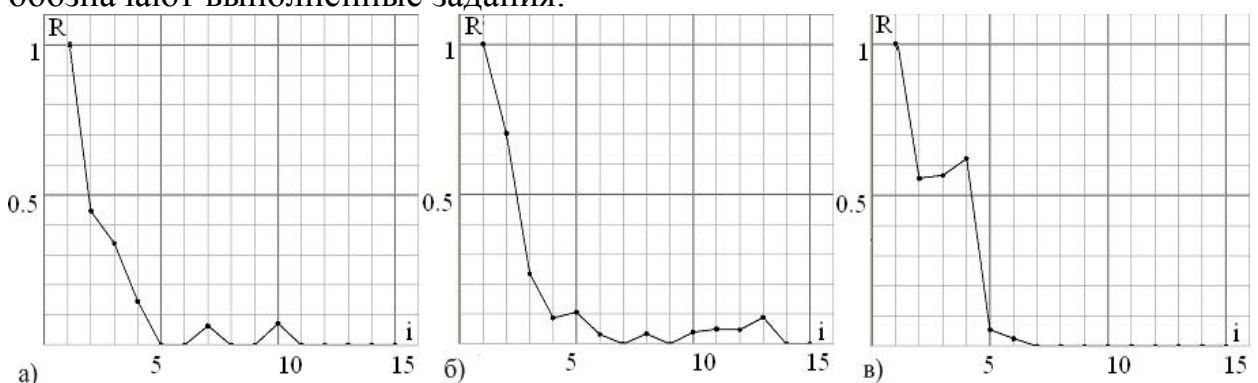


Рис. 5. Графики изменения коэффициента обратной связи в масштабе выполненных заданий: а) обучающийся № 1; б) обучающийся № 2; в) обучающийся №3

Приведенные на рис. 5. графики изменения коэффициента обратной связи показывают, насколько разным может быть процесс научения решению задач. Установлено, что конечной целью развития учебной деятельности студентов по решению математических задач является достижение

коэффициентом обратной связи нулевого значения. При этом деятельность студента в решении математических задач становится автономной.

**Четвертая глава «Методика индивидуализации обучения решению математических задач на основе использования специальных методик диагностики процессуальных характеристик учебной деятельности»** посвящена решению задач: обоснования и выявления основных индикаторов диагностики процессуальных характеристик учебной деятельности студентов, характеризующие качество математической подготовки студентов в условиях реализации концепции индивидуализации обучения математике в интерактивной электронной обучающей проблемной среде математических задач; разработки методики индивидуализации обучения математике в условиях применения интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач, обеспечивающей самоуправление студентами учебной деятельностью в сочетании с внешним управлением на основе диагностики процессуальных характеристик учебной деятельности студентов и опытно-экспериментальным путем проверить его результативность.

В главе описаны выявленные индикаторы диагностики процессуальных характеристик, а также некоторые результаты эмпирической проверки их эффективности. Так, *в первом параграфе* описаны технологии выявления индикаторов процессуальных характеристик, которые представляют собой траектории (актиограмм) поиска решения задач и уровней рейтинга учебной деятельности студента. Деятельность студента при поиске решения математической задачи носит целенаправленный характер. Цель поисковой деятельности студента – нахождение в пространстве состояний задачи «траектории» перехода из начального состояния в целевое, то есть получение решения задачи. Траектория деятельности в пространстве состояний задачи отображает последовательность текущих состояний задачи, связывающих начальное состояние с целевым. Оптимальная траектория деятельности состоит только из правильных действий. Целью научения деятельности является оптимизация траекторий поиска решения задачи.

Информационное подкрепление действий студента в процессе поиска решения задач представляет собой сообщение о величине рассогласования между текущим и целевым состояниями задачи, которая представлена в интерфейсе ДКТТ датчиком «расстояния до цели» (см. рис. 6).



Рис. 6. Датчики «уровни рейтинга учебной деятельности» и «расстояние до цели»

Вероятность подключения датчика при выполнении  $i$ -го задания зависит от результатов (рейтинга) учебной деятельности обучающегося в  $i-1$ -м задании и определяется формулами:

при  $U_v = 1$

$$P_i(\text{датчик есть}) = 1, \quad (2a) \text{ при } U_v > 1$$

$$P_i(\text{датчик есть}) = 1, \quad \text{если } p_{i-1} < q \leq 1 \quad (2б)$$

$$P_i(\text{датчик есть}) = 0, \quad \text{если } 0 \leq q \leq p_{i-1}. \quad (2в)$$

Здесь  $q$  – случайное число, сгенерированное в интервале от 0 до 1,  $p_{i-1}$  – относительная доля правильных действий при выполнении  $i-1$  задания, которая определяет рейтинг студентов. На рисунке 7 приведен пример графиков «расстояния до цели» или траектории и рейтинга учебной деятельности в зависимости от времени.

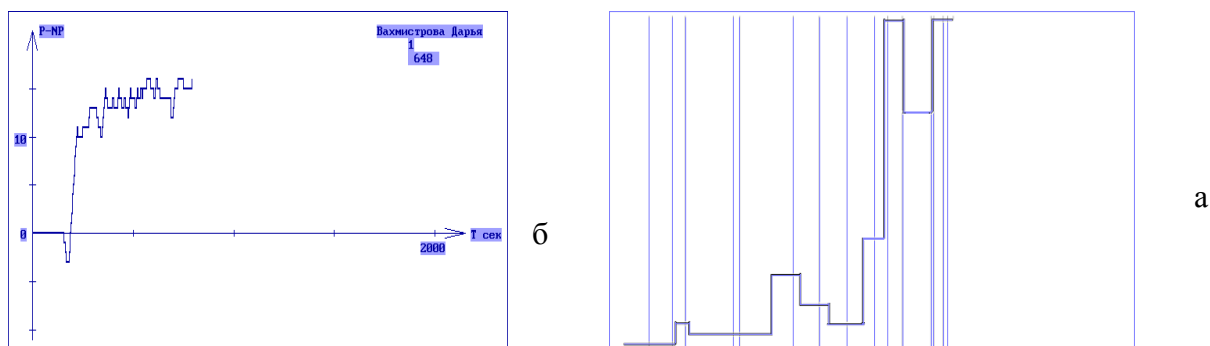


Рис. 7. а – траектория деятельности: правильное действие – скачки – +1, неправильное – скачки вниз – -1; по горизонтали – время; б – уровни рейтинга учебной деятельности студент в зависимости от номера задания

Датчик «расстояние до цели» несет две функции. Во-первых, показывает информацию о «правильности» или «неправильности» совершенных действий. При этом устанавливаются ассоциативные связи между действиями и ситуациями. Обучающийся избегает неправильных действий и чаще совершает правильные действия. Во-вторых, информация о расстоянии до цели формирует прогностические способности обучающегося студента.

Рассмотрены стратегии решения математических задач, которыми пользуется человек. Стратегии отражают поиск операций для достижения определенных результатов. Выделяют (Г.А. Балл, Л.Л. Гурова и др.) наиболее известные четыре вида поиска решения: 1. систематические пробы, 2. случайный поиск, 3. поиск методом «проб и ошибок», 4. интеллектуальный (селективный) поиск. Для человеческого мышления в процессе решения задачи не характерно использование какого – либо вида поиска в чистом виде, поэтому речь идет о доминировании одного из них, что определяет индивидуальную когнитивную стратегию поиска решения задачи. Вид поиска может изменяться по мере обучения в ходе решения задач.



На примере научения решению алгоритмических задач «Конструирования кривых второго порядка» экспериментально выделены группы студентов, отличающихся выбором стратегии решения задач. Показано, что по мере научения стратегия решения задач студентами изменяется. Соотношение групп студентов изменяется в направлении выбора интеллектуальной стратегии решения. То есть решения по алгоритмическим правилам. В это же время доля студентов использующих метод проб и ошибок уменьшается до 5-7% от общего числа. Как правило, это студенты с недостаточной обучаемостью математике.

В результате проведенного эксперимента установлено, что у испытуемых при взаимодействии с проблемной средой математических задач вырабатывается логика решения. Это выражается посредством группировки видов действий в определенной последовательности для достижения результата. Динамика поиска стратегии решения проходит три этапа. На начальном этапе выполнения заданий в когнитивной стратегии испытуемых наблюдается доминирование случайного поиска; на втором этапе при выполнении 60% заданий – выборочного поиска, а на заключительном этапе – интеллектуального.

*Второй параграф* посвящен методике диагностики фазовых портретов и бифуркаций учебной деятельности в процессе научения решению математических задач. Фазовые портреты учебной деятельности в процессе овладения способами решения математических задач характеризуют три динамических режима учебной деятельности равновесный, переходный и периодический. Обучающийся как динамическая система, обладающая разумом, имеет единственное устойчивое равновесное состояние, которое характеризуется полной обученностью выполнения деятельности по решению задач (см. рис. 8а). Это состояние соответствует автономной стадии в решении проблем. Периодический режим рис. 8б соответствует движению обучающегося по циклу в пространстве двух переменных: одна из которых энтропия деятельности студента (соответствует уровню рейтинга), а вторая – внешняя информация, используемая обучающимся для выполнения деятельности.

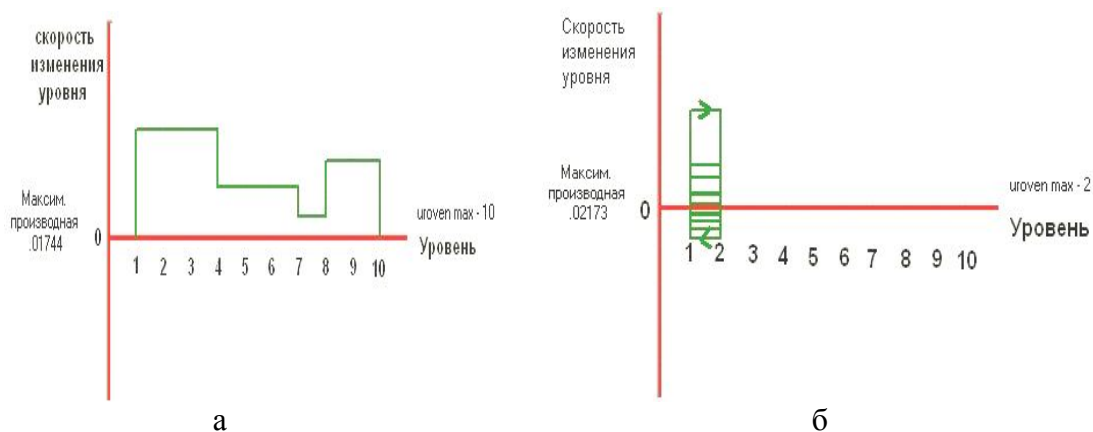


Рис. 8. Фазовые портреты учебной деятельности обучающихся математике; а – переход студента в устойчивое состояние автономной учебной деятельности; б – периодический режим учебной деятельности студента с недостаточной обучаемости математике

Возрастает подача внешней информации – уменьшается энтропия выполняемой деятельности, и наоборот, уменьшается внешняя информация – возрастает энтропия. Периодический режим характеризуется тем, что в системе возникают колебания внешней информации и энтропии. Колебания будут квазиустойчивыми, если внутренняя информация не увеличивается, т.е. обучающийся не способен обобщать математический материал, не в состоянии вычленять главное, отвлекаясь от несущественного, не обладает умением видеть общее во внешне различном.

Эволюция учебной деятельности студента, при научении решению математических задач, представляет собой чередование устойчивых и неустойчивых этапов развития. В неустойчивом когнитивном состоянии учебной деятельности возникает бифуркация, или ветвление пути развития учебной деятельности (см. рис.9.).

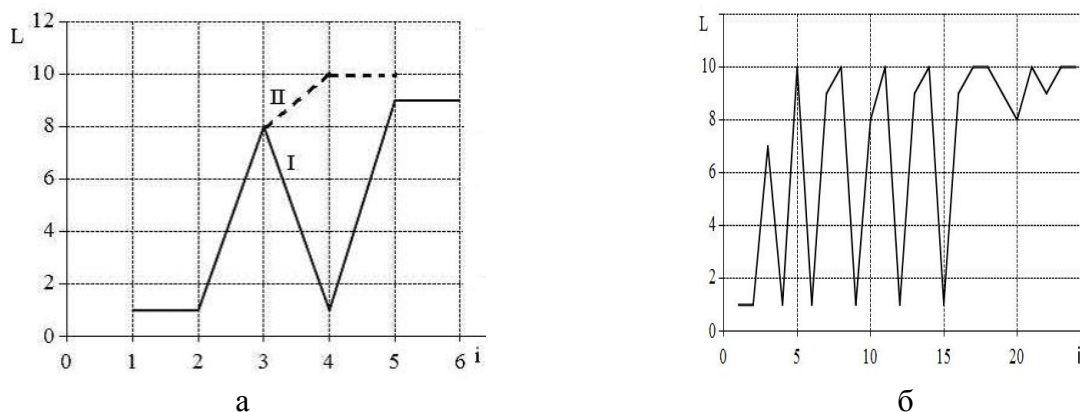


Рис. 9. а – кривые развития деятельности I и II испытуемых (вертикальная ось L – уровень рейтинга, горизонтальная ось i – номер задания; б – каскад бифуркации

Первый – путь регресса, приводящий к дезорганизации целенаправленной деятельности, сопровождается резким увеличением числа ошибок, времени достижения цели. Второй – путь самоорганизации приводит обучающегося к прогрессу, выявлению пространственных и временных инвариантов системы действий, формированию способности у студента сокращать процесс рассуждения, мыслить свернутыми структурами. Происходит смена механизмов саморегулирования деятельности обучающегося, продуцируется информация об изменении способа действий. Метод диагностики бифуркаций, позволяет наблюдать динамику изменения структуры учебной деятельности студента.

Условие бифуркации учебной деятельности представляет собой когнитивную неустойчивость учебной деятельности, которая возникает при возрастании неопределенности поиска решения математических задач в интерактивной электронной обучающей проблемной среде. Самоорганизация учебной деятельности студентов реализуется в условиях семиотического разнообразия и тезауруса математических знаний. Она характеризует математическую память обучающегося, ее характерные особенности, память на обобщения, формализованные структуры, логические схемы, способность студентов сокращать процесс рассуждения, мыслить свернутыми



структурами. В третьем параграфе приводится методика диагностики обучаемости алгоритмической и пространственной деятельности. Анализ обучаемости выявил две компоненты информационной продуктивности учебной деятельности обучающегося: по количеству выполненных заданий -

$V_n = \frac{\Delta I}{1} = \Delta I$ ; по затраченному времени -  $V_t = \frac{\Delta I}{T_1}$ . Визуальный анализ

диаграммы на рис. 10а позволяет предположить, что корреляция параметров  $\tilde{v}_{n_1}$  и  $\tilde{v}_{t_1}$ , (параметры  $\tilde{v}_{n_1}$ ,  $\tilde{v}_{t_1}$  представляют собой  $\tilde{v}_{n_1} = \frac{V_n}{\bar{V}_n}$ ,  $\tilde{v}_{t_1} = \frac{V_t}{\bar{V}_t}$  - обучаемости, нормированные на средние значения  $\bar{V}_n, \bar{V}_t$ ) неоднородна.

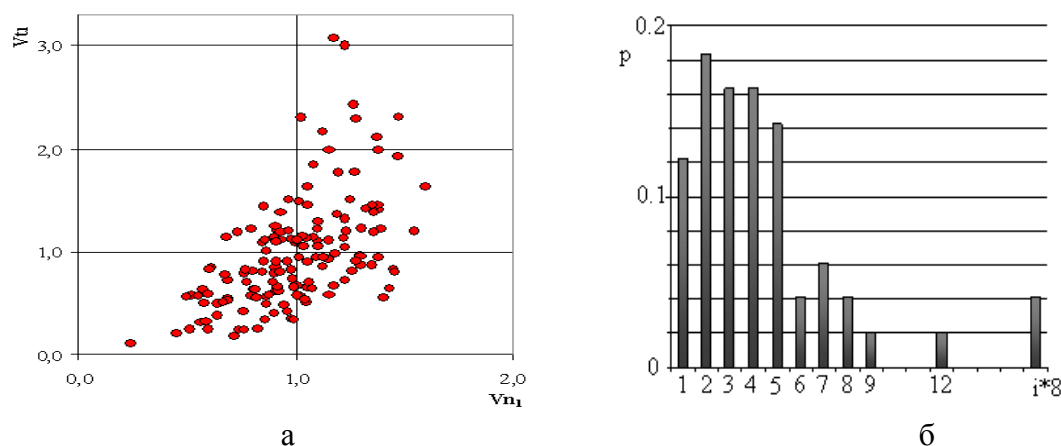


Рис. 10: а - гистограмма рассеяния обучающихся в пространстве скоростей продуцирования информации  $V_n, V_t$  (обучаемостей) при выполнении первого задания; б - гистограмма распределения студентов по индуктивным порогам (номер столбца гистограммы определяет соответствующий интервал индуктивного порога)

В группе обучающихся с минимальным и средним значением  $\tilde{v}_{t_1} = \frac{V_t}{\bar{V}_t}$  показатели  $\tilde{v}_{n_1}$  и  $\tilde{v}_{t_1}$  положительно связаны между собой: в среднем, чем выше  $\tilde{v}_{n_1}$ , тем выше  $\tilde{v}_{t_1}$ .

Но в группе обучающихся с высокими значениями  $\tilde{v}_{n_1}$  связь между этими показателями заметно ниже, поскольку высокий уровень  $\tilde{v}_{n_1}$  характеризуется широким размахом значений  $\tilde{v}_{t_1}$ . Значения коэффициента корреляции для этих групп:  $r_B = 0,473$  для первой группы;  $r_B = 0,245$  для второй группы. Низкая информационная продуктивность деятельности при выполнении задания обуславливает потребность в дополнительном времени на обдумывание действий. Но высокий уровень  $\tilde{v}_{n_1}$  не гарантирует высоких показателей  $\tilde{v}_{t_1}$ . Добавим, что, как видно на приведенной диаграмме (рис.10а), наивысшие показатели обучаемости по времени, тем не менее, демонстрируют обучающиеся с максимальным значением  $\tilde{v}_{n_1}$ .

Определены качественные и количественные характеристики процесса научения конструированию пространственных объектов, полученные с помощью программы обработки протоколов деятельности. Отмечены показатели, отражающие различные аспекты осуществления деятельности в интерактивной электронной обучающей проблемной среде. В четвертом параграфе рассмотрена методика диагностики индуктивных порогов и самооценки студентами учебной деятельности по овладению способами решения математических задач.

Индуктивный порог равен количеству задач, решив которые, студент самостоятельно находит (открывает) алгоритмический процесс в ходе самообучения. Способность студентов самостоятельно находить алгоритмы решения математических задач характеризует качество математической подготовки студентов. Поэтому численное значение индуктивного порога рассматривается как своеобразная мера математической одаренности, которая возрастает с уменьшением индуктивного порога. На рисунке 10б. приведена гистограмма распределения студентов по индуктивным порогам. Следует отметить, что далеко не все студенты достигают индуктивного порога при научении решению алгоритмических задач

Первый столбец гистограммы соответствует индуктивным порогам, лежащим в интервале от 1 до 8 задач, индуктивный порог для последней 16 группы студентов отвечает интервалу от 121 до 128 задач. Максимум гистограммы распределения студентов по индуктивным порогам лежит в интервале от 9 до 16 задач. В выборке студентов, участвующих в эксперименте, 41,5 % испытуемых не сделали обобщение (т. е. не достигли индуктивного порога) и, соответственно, не смогли организовать безошибочную алгоритмическую деятельность.

Инструментальный метод компьютерной диагностики самооценки учебной деятельности студента в процессе овладения способами решения задач дает возможность реализовать в динамических компьютерных тестах-тренажерах математических задач рефлексивное самоуправление учебной деятельностью по овладению способами решения задач.

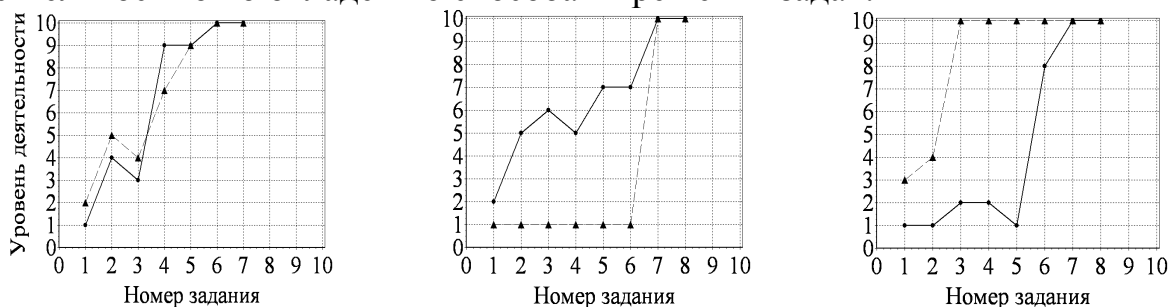


Рис. 11. Самооценка:

а – адекватная

б – заниженная

в – завышенная

Рефлексивное самоуправление основано на том, что на вход управляемого объекта (обучающегося, совершающего учебную деятельность) подается информация о величине рассогласования между самооценкой и компьютерной оценкой рейтинга учебной деятельности обучающегося. На рис. 11 а, б, в приведены диаграммы самооценок,

характерных для обучающихся с адекватной, заниженной и завышенной самооценкой учебной деятельности, развернутые в масштабе выполненных заданий.

Сплошной линией показана динамика изменения реальной оценки деятельности обучающегося, а пунктирной – оценка, данная обучающимся самостоятельно. *Пятый параграф* посвящен опытно-экспериментальному исследованию методики индивидуализации обучения решению математических задач в условиях сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления. В опытно-экспериментальном исследовании показано, что применение ДКТТ математических задач в организации учебной деятельностью способствует индивидуализации обучения математике студентов вследствие того, что:

- в процессе учебной деятельности по освоению способами решения математических задач естественным образом в результате взаимодействия студента с интерактивной электронной обучающей проблемной средой проявляются индивидуальные особенности учебной деятельности студентов, которые обеспечивают эффективность и качество математической подготовки;

- инструментальные средства интерактивной электронной обучающей проблемной среды – ДКТТ математических задач на основе диагностики индикаторов процессуальных характеристик учебной деятельности студентов, обеспечивая индивидуализацию обучения студентов математике, формируют навыки рефлексии и самоуправления студентов учебной деятельностью.

Выявлены и экспериментально исследованы индикаторы процессуальных характеристик учебной деятельности студентов. Индикаторами являются: актиограммы, рейтинг учебной деятельности, стратегии поиска решения математических задач, фазовые портреты, бифуркации учебной деятельности студентов, обучаемость, трудоемкость, индуктивные пороги и стратегии решения задач по конструированию пространственных объектов. Показано, что, с одной стороны, индикаторы определяют оценочную обратную связь, а с другой характеризуют эффективность и качество математической подготовки студентов.

Опытно-экспериментальное исследование подтвердило, что разработанная методика индивидуализации обучения студентов решению математических задач в интерактивной электронной обучающей проблемной среде математических задач способствует повышению качества их математической подготовки:

- повышению уровня базовых математических знаний, умений и навыков студентов, обучаемости математике; формированию способности к оперированию числовой и знаковой символикой;

- формированию способности к самоорганизации учебной деятельности при решении математических задач, к алгоритмической деятельности при решении математических задач в изменяющихся условиях

- формированию способности к конструированию пространственных объектов; к геометрическим представлениям, которые прямым образом связаны с геометрическими преобразованиями;

- формирование адекватного ценностного отношения студентов к учебной математической деятельности как необходимому средству мотивации будущей профессиональной успешности. Результативность индивидуализации обучения математике подтверждена опытно-экспериментальным путем и методами статистической обработки экспериментов.

**В заключении** даны общие выводы, а в приложениях представлено методическое обеспечение реализации концепции индивидуализации обучения математике, а также результаты эмпирического исследования проблемы диагностики индикаторов процессуальных характеристик учебной деятельности студентов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предпринятое научное исследование позволило достигнуть поставленной цели диссертационного исследования.

Можно утверждать, что результаты исследования позволяют разрешить констатированные выше противоречия.

Для разрешения противоречия, проявляющегося на научно-теоретическом уровне, между существующими возможностями индивидуализации обучения математике в условиях информатизации образовательного процесса для повышения качества математической подготовки студентов и неполным использованием этих возможностей в реальном образовательном процессе разработана научная концепция индивидуализации обучения математике студентов посредством сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления на основе принципов: *тезауруса* как базы математических знаний и *семиотического разнообразия* форм и способов представления математической информации; *неопределенности* как условия самоорганизации учебной деятельности студента и *оценочной обратной связи* как необходимого условия рефлексии студентов; *итеративности* процесса овладения способами решения математических задач и *мониторинга* учебной деятельности студентов и реакций интерактивной электронной обучающей проблемной среды в процессе решения математических задач, раскрыты методологические подходы, основополагающие закономерности и принципы концептуального моделирования, положенные в основу концепции индивидуализации обучения математике студентов посредством сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления.

Для разрешения противоречия, проявляющегося на научно-педагогическом уровне, между достаточной изученностью основных положений индивидуализации обучения студентов на общем психолого-педагогическом уровне и недостаточной проработанностью концептуальных и методических аспектов индивидуализации обучения математике студентов

вуза в условиях применения средств ИКТ доказана перспективность использования идеи сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью при обучении математике на основе компьютерной диагностики процессуальных характеристик этой деятельности посредством использования средств ИКТ для повышения качества их математической подготовки, обоснован и разработан организационно-технологический подход к реализации сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления в условиях использования средств ИКТ, основанный на теории обучения с подкреплением, создана функционально-структурная модель интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач, обеспечивающая сочетание самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью.

Для разрешения противоречия, проявляющегося на научно-технологическом уровне, между значительным потенциалом средств ИКТ, необходимым для создания интерактивной электронной обучающей проблемной среды индивидуализации обучения математике студентов в вузе и неразработанностью основных положений интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач, обеспечивающей средствами ИКТ сочетание самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления, направленной на индивидуализацию обучения математике и повышение качества математической подготовки студентов разработаны основные положения интерактивной электронной обучающей проблемной среды; предложена структура и создана технология компьютерных инструментальных средств индивидуализации обучения математике в виде динамических компьютерных тестов-тренажеров; разработан комплекс динамических компьютерных тестов-тренажеров как интерактивная электронная обучающая проблемная среда математических задач.

Для разрешения противоречия на научно-методическом уровне, между достаточным уровнем развития ИКТ как средств представления интерактивной обучающей проблемной среды математических задач в электронном виде и отсутствием эффективных методик ее использования для индивидуализации обучения математике посредством сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления при обучении математике изучены причинно-следственные связи индивидуализации обучения математике студентов в условиях интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач и уровня развития самоуправления студентами учебной деятельностью, создана методика применения динамических компьютерных тестов-тренажеров математических задач, направленная на обеспечение сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления при обучении математике, разработаны компьютерные методы диагностики учебной деятельности студентов при обучении математике в условиях интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических

задач на основе использования специальных индикаторов ее процессуальных характеристик, создана методика индивидуализации обучения математике студентов посредством сочетания самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления на основе компьютерной диагностики процессуальных характеристик учебной деятельности с использованием специальных методов: диагностики траекторий и уровней рейтинга учебной деятельности студентов, обучающихся решению математических задач; диагностики индивидуальных стратегий поиска студентами решений математических задач; фазовых портретов учебной деятельности; индуктивных порогов обобщений решения алгоритмических задач и обучаемости; бифуркации учебной деятельности в проблемных ситуациях решения математических задач; проведена модернизация процесса обучения математике с учетом авторской концепции индивидуализации математической подготовки студентов в условиях применения средств ИКТ и разработанной на ее основе методики использования комплекса динамических компьютерных тестов-тренажеров как интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач.

Разработанные в исследовании динамические компьютерные тесты-тренажеры математических задач, программы и методические рекомендации апробированы и внедрены в учебный процесс Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева.

В частности

- методика применения электронной проблемной среды математических задач, при обучении математике обеспечивающая сочетание самоуправления студентами учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью на основе использования средств динамических компьютерных тестов-тренажеров;

- оригинальные методики диагностики процессуальных характеристик учебной математической деятельности студентов, направленные на выявление индивидуальных особенностей математических способностей студентов; определена типология математических задач, используемых в электронной проблемной среде динамических компьютерных тестов-тренажеров;

- курсы по выбору «Компьютерные системы управления учебной деятельностью», «Методы компьютерной диагностики результатов обучения»;

- учебно-методическое сопровождение индивидуализации обучения математике студентов, в том числе учебные пособия: «Применение компьютерных технологий при обучении математике и физике»; «Динамические компьютерные тесты-тренажеры»; «Компьютерные динамические тесты. Психолого-педагогическая диагностика обучаемости»; «Сетевые динамические тесты - тренажеры и КСО»; «Компьютерные модели задач школьной математики»;

- создан и применен компьютерный оценочно-диагностический инструментарий по изучению индивидуальных характеристик учебной

деятельности студентов при обучении математике с использованием интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач;

- представлены методические рекомендации по использованию технологий динамического компьютерного тестирования деятельности обучающегося решению математических задач в условиях неопределенности;

- получены: патент на изобретение № 2294144 Государственный реестр изобретений, 2007. «Способ обучения и диагностики обучаемости»; свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ «Система диагностики обучаемости при компьютерном динамическом тестировании», «Компенсаторная интеллектуальная информационная система "Кривые второго порядка"», «Поиск закономерностей», «Динамические пазлы» и др

Результаты диссертационного исследования позволяют наметить некоторые перспективные направления будущих научных исследований и практического использования:

а) проблемы индивидуализации обучения как общепедагогической проблемы в условиях информатизации образования на основе реализации идеи сочетания самоуправления учебной деятельностью и внешнего управления с оценочной обратной связью;

б) проблемы организации сетевого динамического взаимодействия между субъектами процесса обучения математике в условиях сетевой интерактивной электронной обучающей проблемной среды математических задач, обеспечивающей сочетание самоуправления учебной деятельности и внешнего управления для всех участников сетевого взаимодействия;

в) проблемы повышения качества математической подготовки учащихся средних школ на основе индивидуализация обучения математики в условиях использования динамических компьютерных тестов-тренажеров школьных математических задач

г) практическое использование теоретических выводов исследования в институтах повышения квалификации по программам модернизации математического образования, при разработке и реализации магистерских и аспирантских программ различной направленности;

Основные положения и результаты диссертационного исследования отражены в 109 научных работах, среди которых 5 монографий, 1 патент на изобретение, 14 свидетельств Роспатента на программные продукты, 38 статей в ведущих российских научных журналах, включенных в перечень ВАК Министерства образования и науки РФ, 71 публикация в научных журналах и сборниках материалов научных конференций, 5 учебных и учебно-методических пособий. Общий объем публикаций составляет 160 п.л., авторский вклад 101 п.л.

### **Монографии**

1. Дьячук, П.П. Динамические компьютерные системы управления и диагностики процесса обучения: монография / П.П. Дьячук. – Красноярск: РИО КГПУ, 2005. – 344 с. (21,5 п.л.).

2. Дьячук П.П. Компьютерные системы управления и диагностики процесса обучения математике: монография / П.П. Дьячук, В.М. Суровцев. – Курск: ВФЭИ, 2006. – 150 с. (9,3 п.л./ 5 п.л.).

3. Дьячук, П.П. Компьютерные системы управления и диагностики учебной деятельности в условиях коммуникаций и ограничения ресурсов: монография / П.П. Дьячук, С.В. Бортновский, И.В. Шадрин, Ю.С. Николаева / Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2014. – 279 с. (17,5 п.л. / 6 п.л.)

4. Дьячук, П.П. Управление адаптацией обучающихся в проблемных средах и диагностика процессов саморегуляции учебных действий: монография / П.П. Дьячук, Л.Н. Дроздова, П.П. Дьячук (мл.), С.В. Бортновский, И.В. Шадрин. – Красноярск, 2010. – 383 с. (24 п. л. / 10 п.л.).

5. Дьячук, П.П. Индивидуализация математической подготовки студентов на основе интерактивного управления учебной деятельностью: монография / П.П. Дьячук, Л.В. Шкерина. – Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2012. – 368 с. (23,25 п.л. / 11,65 п.л.).

#### **Статьи в журналах, включенных в перечень ВАК Министерства образования и науки РФ**

1. Дьячук, П.П. Динамическое компьютерное тестирование энтропийного фактора деятельности учащихся / П.П. Дьячук, И.В. Шадрин // Педагогическая информатика. – 2005. – № 2. – С. 8 – 12. (0,6 п.л./ 0,4 п.л.)

2. Дьячук, П.П. Динамическое компьютерное тестирование / П.П. Дьячук // Педагогическая информатика. – 2006. – № 3. – С. 3 – 8. (0,7 п.л.).

3. Дьячук, П.П. Компьютерные системы управления процессом обучения ученика как неопределенного объекта / П.П. Дьячук // Педагогическая информатика. – 2006. – № 1. – С. 80 – 85 (0,7 п.л.).

4. Дьячук, П.П. Постнеклассическая парадигма диагностики учебной деятельности / П.П. Дьячук, Е.В. Ларионов // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2013. – № 1 (23). – С. 103 – 110. (0,8 п.л. / 0,6 п.л.).

5. Дьячук, П.П. Анализ динамики учебной деятельности методом фазовых портретов / П.П. Дьячук, П.П. Дьячук мл. // Системы управления и информационные технологии. – 2010. – № 4.1(42). – С. 140 – 145. (0,7 п.л. / 0,5 п.л.).

6. Дьячук, П.П. Диагностика индивидуальных траекторий решения математических задач / П.П. Дьячук // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2010. – № 1. – С. 28 – 34. (0,7 п.л.).

7. Дьячук, П.П. Интеллектуальные обучающие программы, формирующие компетентности / П.П. Дьячук // Информатика и образование. – 2005. – № 2. – С. 99 – 101. (0,3 п.л.).

8. Дьячук, П.П. Интеллектуальные обучающие тренажерные системы / П.П. Дьячук // Открытое образование. – 2005. – № 2 (49). – С. 29 – 31. (0,3 п.л.).

10. Дьячук, П.П. Информационное взаимодействие обучающегося и проблемной среды в процессе самоорганизации учебной деятельности / П.П. Дьячук // Информатика и образование. – 2008. – № 2. – С. 118 – 120. (0,3 п.л.)



11. Дьячук, П.П. Гомеостатическая неустойчивость и самоорганизация учебной деятельности / П.П. Дьячук, Д.С. Бажин, Д.А. Логинов // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2013. – № 4 (26). – С. 69 – 72. (0,3 п.л. / 0,2 п.л.).
12. Дьячук, П.П. Синергетическая парадигма управления и диагностики учебной деятельности / П.П. Дьячук, В.С. Канев, В.С. Кудрявцев // Вестник СибГУТИ. – 2014. – № 3 (27). – С. 101 – 113. (0,9 п.л. / 0,5 п.л.).
13. Дьячук, П.П. Компьютерная диагностика научения решению задач: результативный и процессуальный аспекты / П.П. Дьячук, С.В. Бортновский, П.П. Дьячук мл. // Открытое образование. – 2011. – № 3. – С. 8 – 11. (0,3 п.л. / 0,1 п.л.).
14. Дьячук, П.П. Индуктивное самообучение алгоритмическому процессу / П.П. Дьячук, П.П. Дьячук, В.М. Суровцев // Психология обучения. – 2013. – № 5. – С. 18 – 36. (1,6 п.л. / 1 п.л.).
15. Дьячук, П.П. Компьютерные динамические тесты адаптивного поведения человека в проблемной среде / П.П. Дьячук, Ю.С. Николаева // Системы управления и информационные технологии. – 2009. – № 3.1 (37). – С. 135 – 139. (0,7 п.л. / 0,4 п.л.).
16. Дьячук, П.П. Возможности оценки потенциальных способностей детей к творческой деятельности / П.П. Дьячук, О.В. Груздева // Психология обучения. – 2014. – № 4. – С. 41 – 48. (0,8 п.л. / 0,4 п.л.).
17. Дьячук, П.П. Об адаптации в компьютерных обучающих системах / П.П. Дьячук // Информатика и образование. – 2008. – № 10. – С. 116 – 120. (0,3 п.л.).
18. Дьячук, П.П. Система управления поиском решения алгоритмических задач / П.П. Дьячук, Л.В. Пустовалов, В.М. Суровцев // Системы управления и информационные технологии. – 2008. – № 3.2 (33). – С. 258 – 263. (0,6 п.л. / 0,3 п.л.).
19. Дьячук, П.П. Системы автоматического управления учебной деятельностью обучающегося / П.П. Дьячук // Информатика и образование. – 2010. – № 5. – С. 117 – 120. (0,3 п.л.).
20. Дьячук, П.П. Система автоматического управления учебной деятельностью Tr@сК / П.П. Дьячук, С.В. Бортновский, И.В. Шадрин // Открытое образование. – 2010. – № 3. – С. 10 – 18. (0,9 п.л. / 0,3 п.л.).
21. Дьячук, П.П. Влияние глубины памяти на эффективность учебной деятельности обучающихся решению задач / П.П. Дьячук, Д.С. Бажин, М.К. Грицков, Ш.С. Каталбаева // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2015. – № 1 (31). – С. 148 – 152. (0,6 п.л. / 0,2 п.л.).
22. Дьячук, П.П. Функционально-структурная модель динамической информационной системы управления учебной деятельностью / П.П. Дьячук, П.П. Дьячук (мл.) // Информатика и образование. – 2007. – № 12. – С. 105 – 107. (0,3 п.л.).
23. Дьячук, П.П. Учебная деятельность как информационный процесс развития обучающегося / П.П. Дьячук, В.М. Суровцев // Информатика и образование. – 2008. – № 1. – С. 123 – 124. (0,3 п.л. / 0,2 п.л.).

24. Дьячук, П.П. Функциональные компьютерные системы управления деятельностью обучающихся по решению задач / П.П. Дьячук // Информатика и образование. – 2007. – № 7. – С. 102 – 104. (0,3 п.л.).
25. Дьячук, П.П. Влияние неустойчивых когнитивных состояний обучающихся на продуктивность учебной деятельности при решении математических задач / П.П. Дьячук, С.А. Виденин, П.П. Дьячук (мл.), С.А. Карабалыков // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2016. – № 2(36). – С. 49 – 54. (0,6 п.л. / 0,2 п.л.).
26. Дьячук, П.П. Самоорганизация обучающегося в процессе научения решению математических задач в проблемной среде: Синергетический подход / Л.В. Шкерина, П.П. Дьячук, М.К. Грицков // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2014. – № 2 (28). – С. 96 – 101. (0, 6 п.л. / 0,2 п.л.).
27. Дьячук, П.П. Индуктивный порог формирования алгоритмического процесса решения математических задач / Л.В. Шкерина, П.П. Дьячук, В.М. Суворцев // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2013. – № 2 (24). – С. 73 – 78. (0, 7 п.л. / 0,35 п.л.).
27. Дьячук, П.П. Система управления поиском решения алгоритмических задач / П.П. Дьячук, Л.В. Пустовалов, В.М. Суворцев // Системы управления и информационные технологии. 2008. Т. 33. № 3.2. С. 258-263. (0,6 п.л. / 0,3 п.л.).
28. Дьячук, П.П. Бифуркация учебной деятельности / П.П. Дьячук, С.А. Карабалыков, И.А. Масленников // Информатика и образование. 2014. № 4 (253). С. 91-93. (0,3 п.л. / 0,2 п.л.).
29. Дьячук, П.П. Гомеостатическая неустойчивость и самоорганизация учебной деятельности / Дьячук П.П., Бажин Д.С., Логинов Д.А. // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2013. № 4 (26). С. 69-72. (0,6 п.л. / 0,3 п.л.).
30. Дьячук, П.П. Система автоматического управления целенаправленной деятельностью TR@СК / С.В. Бортновский, П.П. Дьячук, И.В. Шадрин // Открытое образование. 2010. № 3. С. 10-18. (0,8 п.л. / 0,4 п.л.)

**Статьи в периодических научно-методических изданиях и сборниках научных работ**

1. Дьячук, П.П. Индивидуализация математической подготовки на основе компьютерной диагностики адаптивного поведения студентов, обучающихся решению задач / П.П. Дьячук // Качество предметной подготовки будущего учителя: традиции и инновации: сборник научных трудов. – Красноярск, 2009. – С. 154 – 166. (0,7 п.л.).
2. Дьячук, П.П. Информационные модели процесса обучения и динамических тестов-тренажеров / П.П. Дьячук, Е.В. Лариков // Научный ежегодник КГПУ. – 2002. – С. 273 – 280. (0,8 п.л. / 0,4 п.л.).
3. Дьячук, П.П. Недостаточная обучаемость математике / П.П. Дьячук // Актуальные проблемы преподавания математики в педагогических вузах и средней школе: тезисы докладов XXIII Всероссийского семинара

преподавателей математики университетов и педагогических вузов. – 2004. – С. 156 – 158. (0,3 п.л.)

4. Дьячук, П.П. Компьютерные тренажеры и обучающие тестовые задания по алгебре / П.П. Дьячук // Науч. ежегод. КГПУ. – 2001. – С. 12 – 16. (0,7 п.л.).

5. Дьячук, П.П. Методологические и технологические вопросы компьютерной поддержки уроков математики и физики: межвузовский сборник / П.П. Дьячук // Проблемы качества подготовки специалистов в вузе в аспекте компетентностного подхода в обучении. – Красноярск, 2004. – С. 41 – 52. (0,8 п.л.).

6. Дьячук, П.П. Методы компьютерной диагностики обучаемости решению задач / П.П. Дьячук, С.В. Бортновский // Педагогические измерения. – 2005. – № 2. – С. 5 – 8. (0,4 п.л. / 0,3 п.л.).

7. Дьячук, П.П. Нелинейные технологии в динамических тестовых заданиях по математике / П.П. Дьячук, Е.В. Лариков, Н.И. Пак // Современное образование. – 2001. – № 3. – С. 102 – 105. (0,3 п.л. / 0,1 п.л.).

8. Дьячук, П.П. Управление процессом адаптации обучаемого к динамическим проблемным средам / П.П. Дьячук // Информатизация обучения математике и информатике; педагогические аспекты: материалы межд. научной конф. – Минск, 2006. – С. 106 – 112. (0,7 п.л.).

9. Дьячук, П.П. Формирование алгоритмов решения математических задач у студентов на основе применения динамических информационных систем управления учебной деятельностью / П.П. Дьячук, В.М. Суровцев // Проблемы подготовки будущего учителя к инновационной педагогической деятельности и пути их решения: межвузовский сборник научных трудов. – Красноярск, 2009. – Вып. II. – С. 202 – 225. (0,4 п.л./0,3 п.л.).

10. Дьячук, П.П. Информационные и психолого-педагогические средства динамического тестирования / П.П. Дьячук // Труды научно-метод. симпозиума Академии информатизации образования «Информационные технологии и методология обучения точным наукам». – М.: АИО, 2002. – С. 145 – 158. (1 п.л.)

11. Дьячук, П.П. Метод актиограмм в системах управления и диагностики деятельности человека / П.П. Дьячук, И.В. Шадрин, В.С. Кудрявцев // Системный анализ и информационные технологии «САИТ-2013»: труды V Международной конференции РАН. – 2013. – С. 121 – 128. (0,9 п.л. / 0,5 п.л.).

12. Дьячук, П.П. Динамические интеллектуальные системы, диагностирующие когнитивные стратегии процесса научения решению математических задач / П.П. Дьячук, И.В. Шадрин, А.А. Стюгина, И.П. Малова // Ползуновский альманах. 2006. № 4. С. 91-94. (0,6 п.л. / 0,3 п.л.)

13. Дьячук, П.П. О проблеме адаптации в компьютерных обучающих системах / П.П. Дьячук // Уч. зап., ИУО РАО. 2008. № 28. С. 105-110 (0,7 п.л.).

#### **Продукты интеллектуальной деятельности**

1. Дьячук, П.П. Способ обучения и диагностики обучаемости / П.П. Дьячук, Е.В. Лариков // Патент на изобретение № 2294144. Государственный реестр изобретений. – 2007. – 6 с. (0,7 п.л. / 0,4 п.л.).

2. Дьячук, П.П. Система диагностики обучаемости при компьютерном динамическом тестировании: Свидетельство об официальной регистрации программы № 2005610418 / П.П. Дьячук, Е.В. Ларииков, С.В. Бортновский. – Реестр программ для ЭВМ, 2005. – 50 с. (3 п.л. / 1,2 п.л.).
3. Дьячук, П.П. Компенсаторная интеллектуальная информационная система "Кривые второго порядка": Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2005610830 / П.П. Дьячук, Л.В. Пустовалов, С.В. Бортновский. – Реестр программ для ЭВМ, 2005. – 50 с. (3 п.л. / 1,2 п.л.).
4. Дьячук, П.П. Динамические пазлы: Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2006613049 / И.В. Шадрин, П.П. Дьячук. – Реестр программ для ЭВМ. 1 сентября 2006. – 53 с. (3,6 п.л. / 1,2 п.л.).
5. Дьячук, П.П. Сетевой динамический тест-тренажер «Преобразование графиков функций»: Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005610269 / П.П. Дьячук, Д.Н. Кузьмин. – Реестр программ для ЭВМ, 2005. – 50 с. (3 п.л. / 1,2 п.л.).
6. Дьячук, П.П. Тренинго-диагностическая компьютерная игра «Система»: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2008611361 / П.П. Дьячук, С.А. Карабалыков, А.Г. Черных. – Реестр программ для ЭВМ, 2005. – 50 с. (3 п.л. / 1,2 п.л.).
7. Дьячук, П.П. «Системное мышление»: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014662054 / П.П. Дьячук, С.В. Бортновский, С.А. Карабалыков. – Реестр программ для ЭВМ, 2014. – 50 с. (3 п.л. / 1,2 п.л.).

#### **Учебные пособия**

1. Дьячук, П.П. Компьютерные динамические тесты. Психолого-педагогическая диагностика обучаемости: учебное пособие / П.П. Дьячук, А.А. Стюгин. – Красноярск, 2004. – 198 с. (12,3 п.л./6,5 п.л.)
2. Дьячук, П.П. Динамические компьютерные тесты учебной деятельности: учебное пособие / И.В. Шадрин, П.П. Дьячук Мл., П.П. Дьячук, Д.С. Бажин – Красноярск, 2015. – 212 с. (13,3 п.л. / 6,5 п.л.)
3. Дьячук, П.П. Компьютерные модели задач школьной математики: учебное пособие / П.П. Дьячук, П.П. Дьячук, С.В. Бортновский. – Красноярск, 2014. – 203 с. (12,5 п.л. / 5 п.л.).
4. Дьячук, П.П. Сетевые технологии и КСО: учебное пособие / П.П. Дьячук, Е.Н. Васильева, Д.Н. Кузьмин – Красноярск, 2004. – 78 с. (4,75 п.л. / 2,5 п.л.).