

На правах рукописи

Буторин Денис Николаевич

**МЕТОДИКА ПРОБЛЕМНОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ
ИНФОРМАТИКЕ НА ОСНОВЕ СЕТЕВОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ**

13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания
(информатика, уровень высшего профессионального образования)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание
ученой степени кандидата педагогических наук

Красноярск 2008

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева» на кафедре информатики и вычислительной техники.

Научный руководитель: доктор педагогических наук, профессор
Пак Николай Инсебович

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук, доцент
Сафонов Константин Владимирович
кандидат педагогических наук, доцент
Кирко Ирина Николаевна

Ведущая организация: Новосибирский государственный
педагогический университет

Защита состоится «16» декабря в «15³⁰» на заседании диссертационного совета ДМ 212.099.16 при Сибирском федеральном университете по адресу: 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, 26, ауд. Ж 2-15

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Сибирского федерального университета по адресу: 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, 26, ауд. Г 2-74

Автореферат разослан «12» ноября 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

В.А. Шершнева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Актуальность научной проблемы

В настоящее время важным приоритетным направлением развития высшего образования признано качество подготовки специалистов в области информатики и информационных технологий.

Повышение качества подготовки студентов по информатике можно обеспечить передовыми педагогическими технологиями, с одной стороны, и использованием средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) — с другой.

С появлением новых средств обработки, передачи и использования информации активизируется использование интеллектуальных обучающих систем. Данный процесс инициирует такие направления деятельности, как «создание и реализация возможностей средств новых информационных технологий (СНИТ), ориентированных на развитие интеллектуального потенциала обучаемых, разработка педагогических программных средств, необходимых для повышения эффективности образовательного процесса и реализации психолого-педагогических целей обучения и воспитания» (И.В. Роберт). Особый интерес вызывают различные сетевые обучающие системы, функционирующие на основе искусственного интеллекта.

В этой связи следует рассматривать методические системы обучения студентов информатике в контексте с глобальной информатизацией образования.

Вопросы развития методики преподавания информатики в вузах являются темой многих научных исследований теоретико-методологического направления (Ю.К. Бабанский, В.Г. Кинелев, В.С. Леднев, И.Я. Лернер, И.В. Роберт, М.П. Лапчик, В.В. Краевский, В.В. Давыдов, Я.А. Ваграменко, А.В. Могилев, Е.К. Хеннер, Н.И. Пак, А.Е. Поличка, С.Р. Удалов, М.И. Рагулина).

Развитие вычислительной техники, программного обеспечения, IT-индустрии обуславливают необходимость углублять содержание курса информатики в сторону прикладных вопросов, порождают трудности их изучения. Усложнение компьютерных систем, сетей, технических объектов, трудность их администрирования и обслуживания актуализируют проблему обучения специалистов эффективным и оптимальным действиям при решении практико-ориентированных проблемных задач. Под оптимальностью разрешения проблемных ситуаций (или локализации проблем) понимается такая последовательность шагов, при которой уровень неопределенности истинной причины проблемы постоянно снижается.

Важное развитие организации обучения и передачи опыта произошло с появлением методики проблемного обучения, основная идея которого —

самостоятельное приобретение знаний учащимися при разрешении проблемных ситуаций. Данная методика, развивающаяся уже более полувека, детально исследовалась многими известными отечественными и зарубежными учеными (М.Н. Скаткин, И.Я. Лернер, К.Д. Ушинский, Дж. Дьюи, М.И. Махмутов, А.М. Матюшкин, А.В. Хуторской, М.А. Чошанов, А.А. Поляруш, С.М. Пономарев) и успешно применяется на практике.

Проблемное обучение в предметной подготовке студентов по информатике может способствовать повышению уровня их продуктивной деятельности и самостоятельности в приобретении знаний.

В этой связи возникает необходимость учить будущих специалистов в области информатики решать проблемы, устранять их причины, способствовать приобретению опыта при разрешении учебных проблемных ситуаций в процессе дистанционного обучения. Без привлечения интеллектуальных методов и средств решить это достаточно сложно в силу многих факторов реальной образовательной практики.

Развитие сети Интернет в начале 90-х годов позволило по-новому взглянуть на дистанционное обучение (ДО) и способствовало его активному использованию в образовательном процессе. Организации этой формы обучения, разработанной еще в середине XX века, посвящены работы многих исследователей (Я.А. Ваграменко, А.А. Федосеев, Д.А. Богданова, А.В. Хуторской, А.М. Бершадский, Е.С. Полат). В последние годы осознание высокой роли информационной составляющей окружающего мира и развитие сетевого общества привели к развитию проективной стратегии организации сложных систем в сфере образования и ДО (Н.И. Пак, Г.Л. Ильин).

Реализовать методику проблемного обучения студентов информатике можно с помощью компьютерных имитационных тренажеров. Данные программные средства хорошо функционируют в дистанционном режиме, их технические и математические аспекты четко формализованы. Однако существующие модели узкоспециализированы, и их разработка является делом трудоемким, дорогостоящим и длительным по времени.

Дистанционный режим обучения имеет много преимуществ (интерактивность, доступность, гибкость), однако современные средства и методы обучения в большинстве случаев не способствуют научению оптимальному разрешению проблемных ситуаций. Вследствие этого необходимо использовать интеллектуальные и адаптивные алгоритмы накопления опытной информации о ходе обучения для индивидуализации этого процесса в сетевых обучающих системах на клиент-серверной web-платформе.

При этом можно выявить следующие противоречия между:

- высокими дидактическими качествами методики проблемного обучения для творческого и интеллектуального развития обучаемых, стимуляции самостоятельной познавательной и исследовательской деятельности и отсутствием теоретической и практической базы ее использования в предметном обучении студентов информатике;

- необходимостью развития у студентов продуктивности деятельности при решении проблемных задач по информатике и отсутствием специальных методик, позволяющих повысить этот уровень;

- необходимостью и возможностью индивидуализации обучения студентов оптимальному разрешению проблемных ситуаций и отсутствием специальных программных средств реализации методики проблемного обучения с применением дистанционных форм.

Проблемой исследования являются вопросы развития и реализации методики проблемного обучения студентов в предметной подготовке по информатике на основе интеллектуальных средств ИКТ.

Цель диссертационного исследования – разработка и обоснование методики проблемного обучения студентов информатике с использованием специальной сетевой интеллектуальной обучающей системы, обеспечивающей условия повышения продуктивности деятельности при решении проблемных задач.

Объект исследования – учебный процесс по информатике в вузе с использованием дистанционных средств и методов обучения.

Предметом исследования является методика проблемного обучения студентов информатике с использованием интеллектуальной обучающей системы.

Гипотеза исследования состоит в том, что повышение уровня продуктивности деятельности студентов при решении проблемных задач в их предметной подготовке по информатике может быть обеспечено, если в методике обучения использовать интеллектуальную обучающую систему при следующих условиях.

1. На организационно-методическом уровне: применение проективной стратегии обучения (по правилу «все-для-всех») при использовании сетевой интеллектуальной обучающей системы, доступной в Интернет.
2. На уровне управления учебной деятельностью: использование интеллектуальных и адаптивных алгоритмов индивидуализации обучения.
3. На содержательном уровне: наполнение базы знаний экспертами в проблемной области, базы проблемных заданий – преподавателями информатики, обучение системы всеми участниками системы (экспертами, преподавателями, студентами).

4. На учебном уровне: целенаправленное использование системы студентами на практических занятиях в компьютерном классе, а также при самостоятельной подготовке к промежуточной и итоговой аттестации по заданным темам курса информатики в дистанционном режиме.

Повышение уровня продуктивности деятельности студентов при решении проблемных задач по информатике с использованием обучающей системы будет оцениваться по уровню оптимальности локализации учебных проблемных ситуаций и уровню незавершенности их разрешения (на основе трудов Н.В. Кузьминой и А.А. Деркача).

Исходя из цели и гипотезы исследования были сформулированы следующие **задачи исследования**.

1. Проанализировать теоретические основы методики проблемного обучения информатике, ее реализацию и проблемы применения в педагогической практике.
2. Выявить и описать условия информационного взаимодействия в условиях проективной стратегии организации процесса обучения. Описать роли пользователей, их функции и место в системе.
3. Разработать методику проблемного обучения, использующую специальную интеллектуальную обучающую систему на основе проблемных ситуаций. Спроектировать специальную интеллектуальную обучающую систему, используя современные достижения в педагогике, моделировании, математике, а также теории принятия решений.
4. Выбрать математические методы для реализации необходимых задач в обучающей системе, которые должны обеспечить ее интеллектуальность и адаптивность по отношению к процессу обучения и обучаемым. Выбрать инструменты разработки обучающей системы и реализовать необходимые алгоритмы на программной платформе.
5. Разработать базы знаний по курсам «Архитектура ЭВМ» и «Компьютерные сети», провести педагогический эксперимент в реальной практике вуза с целью выявления эффективности реализации методики проблемного обучения с использованием сетевой интеллектуальной обучающей системы.

Методы исследования: изучение и анализ психолого-педагогической, научно-методической литературы, анализ отечественного и зарубежного опыта применения автоматизированных обучающих систем; наблюдение, беседы с преподавателями учебных заведений и учащимися, анкетирование и тестирование учащихся; обобщение; формализация; моделирование; проведение занятий с использованием ИОС; педагогический эксперимент по проверке гипотезы исследования в процессе обучения решению задач по информатике студентов с дальнейшей обработкой его результатов.

Методологические и теоретические основы исследования.

Педагогические концепции (Ю.К. Бабанский, В.В. Давыдов, М.А. Данилов, В.В. Краевский, И.Я. Лернер, М.Н. Скаткин, Н.М. Шахмаев, М.А. Чошанов, А.В. Могилев, Е.К. Хеннер, Н.И. Пак), теории и методики информатизации образования (И.В. Роберт, М.П. Лапчик, О.А. Козлов, Я.А. Ваграменко, А.Е. Поличка, С.Р. Удалов), теории проблемного обучения (С.Л. Рубинштейн, М.Н. Скаткин, И.Я. Лернер, К.Д. Ушинский, Дж. Дьюи, М.И. Махмутов, А.М. Матюшкин, А.В. Хуторской, Г.К. Селевко). Теории систем (Л. фон Бергаланфи, Л. Заде), теории искусственного интеллекта, экспертных систем и представления знаний в экспертных системах (Р. Карнап, Д.А. Поспелов, Э.В. Попов, В.Л. Стефанюк, Г.С. Осипов). Математические теории распознавания образов и кластеризации данных (Н.Г. Загоруйко, Ю.И. Журавлев, А.В. Лапко, В.А. Лапко). Теории и технологии проектирования баз данных (Д. Мейер, В.В. Быкова, М.П. Малыгина, А.Д. Хоменко).

Организация и этапы исследования

I этап (2006 г.) – анализ предметной области, изучение педагогической и технической литературы, разработка целей исследования, обоснование теоретических подходов к реализации методики проблемного обучения в обучающей системе.

II этап (2007 г.) – разработка методики проблемного обучения, проектирование обучающей системы, реализация и тестирование отдельных алгоритмов системы, представление результатов работы на конференциях и в статьях, разработка опытного образца обучающей системы, начало проведения педагогического эксперимента.

III этап (2008 г.) – доработка обучающей системы до первой версии, внедрение обучающей системы, реализация педагогического эксперимента, обработка статистических результатов, проверка гипотезы.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что в настоящей работе:

– обоснован и разработан подход реализации методики проблемного обучения студентов информатике с использованием специальной сетевой ИОС, позволяющей повысить уровень продуктивности деятельности студентов по разрешению проблемных ситуаций, индивидуализацию обучения с помощью включенных алгоритмов управления учебным процессом в традиционном и дистанционном режимах;

– выявлены типы учебных проблемных ситуаций, которые возможно реализовать с помощью интеллектуальных обучающих систем, а также этапы их формирования и разрешения, что отличает ее от работ Е.А. Троицкой, Е.В. Касьяновой, Г.С. Молоткова;

– разработана схема информационного взаимодействия в обучающей системе между различными типами пользователей, организованная таким образом, что потоки между элементами направлены от объекта с большим информационным потенциалом к объекту с меньшим. Это позволяет передавать информацию через систему от экспертов в предметной области к обучаемым.

Теоретическая значимость. Обоснованы дидактические условия реализации методики проблемного обучения на основе специальной ИОС для развития продуктивности деятельности студентов по разрешению проблемных ситуаций по информатике. Раскрыта возможность эффективной реализации методики проблемного обучения информатике в дистанционном режиме.

Практическая значимость состоит в разработке методики проблемного обучения с использованием ИОС ITiS Learning System (<http://pl96.achcity.com/tree>), позволяющей преподавателям информатики использовать ее при аудиторной и дистанционной формах обучения студентов, а также базы знаний по разделам информатики (архитектура ЭВМ, компьютерные сети).

Достоверность научных результатов проведенного исследования, его положений и выводов обусловлена теоретической и методической обоснованностью исходных данных; основой практических исследований в области педагогики, методики преподавания информатики, информатизации образования, применения ИКТ в образовательном процессе, теории разработки и проектирования баз данных; совокупности различных методов исследований, адекватности применяемым методам исследования, а также соответствием полученных выводов основным положениям современной концепции информатизации образования и результатам педагогического эксперимента.

Положения, выносимые на защиту

1. Эффективным средством реализации методики проблемного обучения студентов в их предметной подготовке по информатике является проективная сетевая ИОС, позволяющая осуществлять тренаж по приобретению опыта разрешения проблемных ситуаций.
2. Методика проблемного обучения студентов информатике с использованием созданной ИОС повышает уровень продуктивности их деятельности при решении проблемных задач, т.е. способствует приобретению навыков оптимальных действий при локализации проблемных ситуаций, повышает уровень самостоятельности при принятии решений в условиях неопределенности.
3. Использование интеллектуальных и адаптивных алгоритмов (кластеризации, оптимизации стохастических процессов), продукционных

и семантических моделей знаний, накопление опытной информации о ходе обучения в сетевой ИОС на клиент-серверной web-платформе способствуют индивидуализации обучения студентов в их аудиторной и самостоятельной работе.

Апробация результатов исследования проводилась на I Сибирских педагогических чтениях «Актуальные проблемы теории и методики обучения и воспитания», КГПУ, г. Красноярск (2006), Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука. Технологии. Инновации». НГТУ, г. Новосибирск (2006, 2007), Всероссийской научно-практической конференции «Информатизация педагогического образования», УГПУ, г. Екатеринбург (2007), Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы формирования информационно-коммуникационной компетентности выпускника университета начала XXI века», ПГУ, г. Пермь (2007), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Открытое образование: опыт, проблемы, перспективы», КГПУ, г. Красноярск (2007 и 2008), II Сибирских педагогических чтениях «Актуальные проблемы теории и методики обучения и воспитания», КГПУ, г. Красноярск (2007), XVII Международной конференции-выставке «Информационные технологии в образовании», Москва (2007), II Всероссийской научно-практической конференции «Фундаментальные науки и образование», БиГПУ, г. Бийск (2008), на конференции-конкурсе «Технологии Microsoft в теории и практике программирования», НГУ, г. Новосибирск (2008). Оформлена регистрация разработки интеллектуальной обучающей системы на основе проблемных ситуаций ITiS Learning System в государственном отраслевом фонде алгоритмов и программ (ОФАП) за номером №10017, Москва (от 19 февраля 2008 год).

Структура диссертации. Диссертация состоит из Введения, трех глав, Заключение, библиографии и приложений. Общий объем работы составляет 230 страниц, из которых 221 – основной текст. Текст работы содержит 63 рисунка, 10 таблиц, 6 приложений. Библиографический список содержит 140 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во Введении отражена актуальность исследования, ставятся проблема и цель исследования, определяются объект, предмет, задачи и методы, выдвигается гипотеза, формулируются положения, выносимые на защиту, излагаются: основные этапы исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В первой главе «Методика проблемного обучения в условиях ИКТ» содержатся результаты анализа научных и учебно-методических публикаций

по проблеме исследования. Рассмотрены различные программные средства реализации методики проблемного обучения при различных формах (очное, дистанционное).

Анализ научно-методической литературы, посвященной проблеме исследования (Н.И. Пак, М.П. Лапчик, И.В. Роберт, Я.А. Ваграменко, Г.К. Селевко, Ю.К. Бабанский и др.), выявил основные направления совершенствования интеллектуальных обучающих систем. Они должны быть направлены с *педагогической* стороны на развитие интеллектуального потенциала учащихся, повышение уровня самостоятельности в решении задач, развитие навыков оптимального разрешения проблемных ситуаций, с *технической* — реализовывать методику проблемного обучения с помощью ИОС, использовать проективную технологию организации обучения и осуществлять управление процессом обучения.

В результате анализа выявлены основные причины недостаточного использования методики проблемного обучения информатике, хотя очевиден высокий потенциал данной области для организации учебных проблемных ситуаций. Выявлены следующие причины: большая трудоемкость при подготовке к проблемно-ориентированным урокам (организационно-методический уровень), необходимость высоких профессиональных навыков преподавателя в предметной области (содержательный уровень), а также наиболее весомая причина — отсутствие педагогических программных средств поддержки методики проблемного обучения (учебный уровень).

Проанализировано основное понятие проблемного обучения — проблемная ситуация — и ее типы с использованием различных подходов (психологического, педагогического и дидактического). Доказано, что в качестве основного класса проблемных ситуаций на данном этапе разработки ИОС наиболее оптимально выбрать проблемные ситуации класса поиска условия действия. Ситуации данного типа одни из наиболее часто встречающихся в реальной практике, кроме того, с их помощью можно развивать навыки оптимального разрешения проблемных ситуаций.

Подробно рассмотрена методика разрешения проблемных ситуаций и локализации проблем, а также все ее этапы. Из анализа следует, что все они поддаются автоматизации машинными средствами, благодаря чему учащиеся будут сконцентрированы только на наиболее важных этапах. Наиболее значимым среди всех этапов является цикл поиска и проверки гипотез, причем обнаружено, что в данной методике большее внимание следует уделять тому, какие гипотезы проверяются и в какой последовательности, чем тем операциям, которые необходимо произвести для проверки гипотезы. Последовательность действий и все необходимые алгоритмы проверки гипотез обычно описываются в специальной литературе и справочниках. Однако алгоритмы оптимального и эффективного устранения проблем,

обычно упоминаются весьма в общем виде. Это не является задачей инструкций и справочников, это цель учебного процесса, в связи с чем необходимо разрабатывать специальные обучающие системы и методику обучения с их помощью.

На основе вышесказанного в исследовании раскрыта необходимость разработки методики проблемного обучения информатике с использованием специальной сетевой интеллектуальной обучающей системы. В настоящее время, когда быстрыми темпами развиваются и обновляются информационные технологии и одному преподавателю не по силам охватить все нюансы и обладать опытом множества экспертов и практиков, необходимо выстраивать методику обучения на основе проективной стратегии организации учебного процесса и с использованием интеллектуальных алгоритмов управления процессов обучения. В исследовании также определено информационное взаимодействие различных участников обучающей системы (экспертов, преподавателей и студентов) и элементов системы (база знаний, база проблем и проблемные ситуации). Схема информационного взаимодействия участников в обучающей системе организована таким образом, что потоки между элементами направлены от объекта с большим информационным потенциалом к объекту с меньшим, причем общей тенденцией является направление от эксперта к обучаемому.

Определено, что обучающая система на основе проблемных ситуаций должна быть организована с использованием экспертной базы знаний (БЗ), которая должна включать формализованные знания экспертов и базу проблем. С помощью информации из БЗ преподаватель способен создавать учебные проблемные ситуации, которые встраиваются в учебный процесс и с помощью которых отрабатываются навыки их разрешения.

Для оценки эффективности реализации методики проблемного обучения студентов информатике с использованием ИОС разработан коэффициент достижения педагогических целей на основе критериев оптимальности решения проблемных задач, временных затрат преподавателя на подготовку и проведение занятий и количества решаемых задач в единицу времени. Наиболее значимым, среди них является критерий оптимальности разрешения проблемной ситуации, который означает, что каждый шаг решения должен снижать уровень неопределенности истинной причины проблемы, то есть сужать множество подозреваемых причин. По каждому критерию рассчитывается доля его изменения при организации обучения с обучающей системой по сравнению с традиционным способом организации. Итоговый коэффициент рассчитывается на основе указанных критериев с учетом уровня их значимости, определенной в ходе анкетного опроса преподавателей.

Доказана необходимость и возможность реализации методики проблемного обучения информатике с использованием интеллектуальной обучающей системы на основе проблемных ситуаций, способной повысить уровень продуктивности деятельности студентов при решении проблемных задач.

Во второй главе «Интеллектуальная обучающая система ITiS Learning System» изложен процесс проектирования и разработки ИОС на основе проблемных ситуаций. В результате теоретических исследований разработана организация и стратегия обучения с помощью системы, которая состоит в следующем. Система собирает информацию о поведении обучаемых при разрешении проблемных ситуаций, определяет класс задач, которые задает преподаватель в тех или иных условиях. В итоге, анализируется и выделяется наиболее оптимальная последовательность действий для обучения конкретного студента. Система накапливает и анализирует преподавательский опыт и применяет его в автономном режиме обучения. В реальной практике формализованные знания могут сформировать эксперты в предметной области. Поэтому именно эта категория пользователей системы должна наполнять экспертную базу знаний проблемных ситуаций. Преподаватель, имея глубокие знания о методах и технологиях обучения, соединяет конкретные проблемные задачи с разделами того или иного курса и влияет на приобретение опыта обучаемыми, а также на эффективность процесса обучения.

Организация системы включает два цикла действий: внутренний цикл – обучение и внешний цикл – управление обучением. В исследовании представлена разработанная нами концепция обучения (внутренний цикл), направленная на интенсивное приобретение опыта и развитие навыков оптимального разрешения проблемных ситуаций. Она заключается в том, что обучающая система ставит обучающегося на место эксперта, который, имея цель и противоречие, возникающее при достижении этой цели, должен найти причину проблемы. Исходными данными проблемной ситуации класса поиска условия действия являются цель и проблема (описание ошибки, неполадки и т.д.), а искомым элементом – условие действия. В ходе исследования определено, что в данной обучающей системе необходимо разделение пользователей на три группы – эксперты, преподаватели и студенты – благодаря чему реализуется проективная стратегия обучения, основанная на принципе «все-для-всех» или «многие-ко-многим» (Н.И. Пак).

Разработана структура БЗ, в основе которой лежат два типа объектов – цель и условия для ее достижения. Формально структура выражается в продукционных правилах или в виде древовидной структуры. Каждый узел данного дерева представляет собой цель, для достижения которой необходимо выполнение конкретных условий (дочерние узлы). Определены

три критерия, которым должны удовлетворять условия, описываемые в базе знаний, это: избыточность (условий), непротиворечивость (друг другу) и независимость (друг от друга). Разработанная структура описания проблем базируется на отношении между элементами: цель, невыполненное условие, проблема, на основе которых формируется база данных проблем.

В исследовании разработана организация и стратегия разрешения проблемных ситуаций в системе. Основные ее положения следующие. Проблемную задачу создает преподаватель. Данный процесс состоит из нескольких шагов: выбор исходной цели, выбор альтернатив ветвления, выбор отсутствующего условия или условий. При старте решения задачи обучаемым ему становятся доступны инструменты решения задачи. Цель обучаемого состоит в поиске условия, которое не выполняется, из-за чего цель не достигается. Гипотезами для обучаемого являются все подозреваемые условия цели, которые ведут к образованию точно такой же проблемы. Поиск гипотез (условий) производится по ключевым словам, а в виде результата ее проверки система возвращает информацию о том, выполняется гипотеза или нет. Все решение проблемной задачи выглядит в форме диалога с обучающей системой, что позволяет выдержать основные педагогико-эргономические цели (И.В. Роберт, О.А. Козлов, М.П. Лапчик, Е.А. Троицкая): организация индивидуального темпа и схемы решения проблемных задач, автоматизация контроля действий обучаемого и обеспечение мгновенной обратной связи. Совокупность действий по выбору и проверки гипотез (выполнения условий) называется одним шагом решения задачи.

Рассмотрены и исследованы различные стратегии разрешения проблемных ситуаций: хаотический поиск, стратегия метода дихотомии, проверка ключевых узлов и смешанная стратегия. Сформулированы основные рекомендации по решению проблемных задач. В начале решения рекомендуется использовать стратегию метода дихотомии или проверку ключевых узлов. Если гипотезы получают подтверждение, переходить к гипотезам более высокого уровня (вверх по дереву) или на смежные ветви дерева. При достижении невыполняемой гипотезы переходить к детализации методом дихотомии или использовать метод хаотического поиска по подозреваемым условиям при слабой структуризации области.

Определено, что вне зависимости от цели, от условия и хода мыслей эксперта принципы разрешения проблемной ситуации в данной ИОС соответствуют ее разрешению в реальной практике, а также, что при разрешении проблемной ситуации по ответам системы можно прийти к действительной причине проблемы. Это происходит благодаря структуре БЗ и тому, что все условия удовлетворяют ранее указанным требованиям.

Разработанный внешний цикл управления обучением предусматривает работу в двух режимах: обучение с учителем и автономный режим. Режим обучения с учителем состоит из следующих этапов: сбора данных об обучаемых (оптимальность решения задачи, незавершенность решения задачи) и задачах (сложность проблемной ситуации, глубина невыполненного условия/условий); кластеризации данных (об обучаемых и о задачах); построения модели переходов обучаемых (из одного кластера в другой в моменты времени); получения указаний от учителя (в виде новых задач или ссылок на учебный материал); применения воздействий.

На основе исследований в области построения имитационных моделей (А.В. Лапко, В.А. Лапко) предложено продолжать обучение с учителем до тех пор, пока колебания средних значений всех средних вероятностей переходов не будут находиться в 5%-ном коридоре. Затем система переводится в автономный режим, в структуре которого этап создания модели заменяется корректировкой, а этап получения указаний учителя – выработкой оптимального воздействия на обучаемого. В исследовании доказано, что процесс управления обучением с помощью данной системы сводится к оптимизации стохастического процесса с дискретным контролем времени при нечетко заданных условиях, а данная задача решается методом Беллмана-Заде. В результате работы метода получается серия (или серии) воздействий, позволяющих достигнуть некоторого максимально возможного желаемого состояния конкретного обучаемого (диапазон характеристик) с наибольшей вероятностью достижения цели.

Проанализированы основные алгоритмы кластеризации по работам (А.В. Лапко, С. Николенко, Н.Г. Загоруйко, С.Д. Штовба), и на их основе разработан алгоритм автоматической кластеризации данных об обучаемых с использованием сочетания горного алгоритма для быстрого и менее точного автоматического определения потенциальных центров кластеров и алгоритма k -средних для точной оптимизации центров кластеров. Качество кластеризации оценивается по минимуму отношения внутрикластерного расстояния и среднего межкластерного расстояния. Так выработана общая схема алгоритма.

1. Определить центр N -ого (1-ого) кластера.
2. Оптимизировать центр по алгоритму k -средних.
3. Определить отношение ρ_n среднего внутрикластерного расстояния и среднего межкластерного расстояния.
4. Если $\rho_n < \rho_{n-1}$, то остановить кластеризацию, иначе $k \leftarrow k + 1$.

Предложены критерии и алгоритм определения оптимальности разрешения проблемных ситуаций. Основной критерий оптимальности разрешения проблемной ситуации – сужение множества подозреваемых условий. При старте решения обучающая система на основе БЗ и базы

проблем определяет количество и структуру подозреваемых условий, а с каждой проверкой гипотезы вычисляет уровень локализации каждого подозреваемого условия. Под уровнем локализации условия следует понимать степень определенности в том, выполняется ли данное условие или нет. Изменяется оно от 0 до 1. Так, если в виде гипотезы проверяется одно или несколько подозреваемых условий, которые выполняются, то они считаются полностью локализованными и уровень локализации каждого будет равен 1. Если же в структуре проверяемой гипотезы одно или несколько условий не выполняются, то уровень локализации каждого условия вычисляется по формуле:

$$c_k = \frac{1 - c_{k-1}}{n_k + 1}, \quad (1)$$

где n_k – количество подозреваемых условий, которые покрываются проверкой k , c_{k-1} уровень локализации условия на предыдущем шаге (вначале равно 0).

Выведена формула вычисления уровня неопределенности причины проблемы. Этот уровень – атрибут всей задачи, изменяется от 1 до 0 и вычисляется на основе уровней локализации каждого из подозреваемого условия, и его изменение показывает оптимальность разрешения проблемной ситуации. В общем случае на k -ом шаге он вычисляется по формуле:

$$p_{k+1} = p_k - \frac{\sum_{i=1}^{n_k} (1 - c_i)}{n_k}, \quad (2)$$

где c_i – уровень локализации каждого u подозреваемого условия на шаге k , p_k – текущий уровень неопределенности причины, n_k – количество проверяемых подозреваемых условий на k -ом шаге.

Определено, что любую задачу можно локализовать и снизить неопределенность p с 1 до 0.

В ходе исследования автором спроектированы и разработаны экспертная БЗ и базы данных (БД) в реляционной СУБД. В качестве СУБД выбран Microsoft SQL Server. БД отвечает основным критериям актуальности, накладываемые теорией БД. Для реализации обучающей системы выбрана платформа Microsoft .NET Framework, в качестве технологии разработки программного обеспечения – web-ориентированная технология ASP.NET. Разработаны и созданы шаблоны дизайна web-страниц и структура интерфейса системы. На этапе программирования автором создана обучающая система ITiS Learning System, в которой заложены все основные возможности системы, в связи с чем она стала доступной для апробации и внедрения. Разработанная в ходе диссертационного

исследования обучающая система является, на наш взгляд, новым педагогическим инструментом, практически не имеющим аналогов.

В исследовании определено, что система ITiS Learning System выдерживает основные педагогико-эргономические требования к АОС. С помощью системы преподаватель способен формировать учебные проблемные ситуации сообразно целям и задачам, определяемым программой изучения. Система автоматически собирает и накапливает данные промежуточного контроля, способна отображать наиболее вероятную модель переходов студента между состояниями, а также показывать оптимальную серию воздействий на него. Дизайн обучающей системы и схема интерфейса выдерживают эргономические требования, предъявляемые к удобству вызова необходимых функций, а также комфортной работе в соответствии с существующими нормами визуального оформления, формата текста и цветовой гаммы.

В третьей главе «Методика проблемного обучения с использованием обучающей системы» представлены руководства по использованию обучающей системы ITiS Learning System для всех типов пользователей, методические рекомендации преподавателю, типовой урок с использованием методики проблемного обучения с помощью специальной обучающей системы, а также описание, ход и результаты педагогического эксперимента.

Руководства пользователя для администратора системы включают алгоритмы и описания действий по регистрации пользователей, организации групп обучения, управления форумом, а также других служебных действий. Руководство для эксперта – описание действий по наполнению и редактированию экспертной базы знаний и базы проблем. Руководство для преподавателя – действия по созданию учебных проблемных ситуаций для студентов, просмотру результатов решения задач, а руководство для студента – действия по решению задач.

В главе представлен типовой урок, демонстрирующий использование методики проблемного обучения с помощью специальной обучающей системы, в нем описываются действия всех типов пользователей. На его основе продемонстрирован возможный ход мыслей обучаемых при разрешении проблемной ситуации. Выявлено, что ход решения любой задачи может отличаться и система способна оценить уменьшение неопределенности причины проблемы и оптимальность решения задачи. Описаны все этапы применения разработанной методики.

По результатам исследования данную обучающую систему рекомендуется применять в двух формах: как дополнительный инструмент классического обучения, а также как специальную систему дистанционного обучения. Несмотря на то что с помощью обучающей системы реализуются все этапы разрешения проблемных ситуаций и организуется этот процесс с

помощью средств ИКТ, не утверждается замена ею каких-либо других форм и методов организации проблемного обучения, а тем более практики на реальных объектах.

Сформулированы категории условий эффективного внедрения методики проблемного обучения информатике с использованием обучающей системы: организационные условия (соблюдение стандартных норм образовательного процесса, предварительное обучение работе с системой); условия, реализуемые преподавателем (достаточный уровень навыков работы с системой, формирование для каждой темы групп условий, определение которых следует отработать с помощью тренинга в системе); условия, предъявляемые студенту (возраст соответствует возрасту обучаемых высшей школы, психологические особенности студента требуют активности мышления на среднем уровне, аналитического склада ума, достаточного уровня логико-индуктивных способностей).

Педагогический эксперимент проводился в Ачинском филиале Красноярского государственного педагогического университета им В.П.Астафьева. В эксперименте принимали участие две группы студентов 4 курса очного отделения АФ КГПУ по специальности «Информатика». Первая группа – экспериментальная, вторая – контрольная. Эксперимент проводился в 2007–2008 годах на протяжении курса Компьютерные сети.

В соответствии с гипотезой и задачами исследования был разработан план педагогического эксперимента, который включал три этапа. Первый — констатирующий — проводился в 2007 году с целью изучения особенностей приобретения опыта при разрешении проблемных ситуаций по информатике. Второй — формирующий — проводился в 2007–2008 годах. На этом этапе осуществлялась работа по формированию продуктивной деятельности у студентов экспериментальной группы при решении проблемных задач по информатике, с использованием разработанной методики проблемного обучения с ИОС. Контрольная группа обучалась с помощью традиционной реализации методики проблемного обучения. На третьем этапе — контрольном — реализованы: анализ уровня продуктивности деятельности студентов при решении проблемных задач по информатике, обучавшихся с помощью ИОС и без нее; проверка гипотезы о статистической значимости различий результатов обучения с экспериментальной методикой и без нее; оценка изменения эффективности реализации методики проблемного обучения с помощью ИОС и без нее; также проводился анкетный опрос студентов для изучения субъективного мнения обучаемых.

Анализ результатов эксперимента показывает, что среднее значение уровня оптимальности решения задач у обучаемых экспериментальной группы увеличилось на 16,4 % по сравнению с контрольной группой, вместе с тем среднее значение уровня незавершенности решения задач снизилось на

11,4%. Это означает, что после обучения по разработанной методике с помощью системы ITiS Learning System контрольные задачи решались более оптимально и полно. Эти данные говорят о повышении уровня продуктивности деятельности студентов при решении проблемных задач по информатике по указанным критериям в сравнении с контрольной группой. При оценке статистической значимости различий между контрольной и экспериментальной группами по критерию U-критерию Манна-Уитни значение параметра составило $U_{рас} = 17$, когда $U_{кр} = 55$ при уровне значимости $\alpha = 0,05$. Поэтому различия между данными считаются статистически значимыми. Достигнутый результат обусловлен тем, что методика проблемного обучения с использованием ИОС, а именно реализуемый новый вид заданий, направлена на отработку навыков оптимального разрешения проблемных ситуаций.

В результате эксперимента обучаемые отметили, что с помощью новых экспериментальных практических занятий у них развились профессиональные навыки и опыт, а также повысился уровень самостоятельности при решении проблемных задач. Об этом заявили 64% опрошенных, причем у 35% из них опыт существенно расширился. Аналогично по уровню самостоятельности о повышении данной характеристики высказались 57%, из них у 28% – повысилась значительно.

По результатам оценки критериев эффективности реализации методики проблемного обучения информатике с использованием ИОС в экспериментальной группе по сравнению с контрольной получены следующие данные (см. таблицу 1).

Таблица 1

Критерий	Значение	Значимость	Произведение
eK_P (приращение уровня оптимальности решения задач)	0,165	0,3	0,05
eK_E (доля снижения уровня незавершенности решения задач)	0,628	0,2	0,126
eK_{T2} (доля снижения временных затрат преподавателя на организацию и решение задачи всеми учащимися)	0,694	0,2	0,139
eK_{T1} (доля снижения временных затрат преподавателя на подготовку одной задачи)	-0,7	0,1	-0,07
eK_N (доля повышения количества решаемых задач)	0,333	0,2	0,067
ИТОГО (сумма) %			0,311 (31,1%)

Анализируя эти данные, можно сделать вывод:

– различие в эффективности реализации методики проблемного обучения с помощью обучающей системы ITiS Learning System по сравнению с традиционной формой организации проблемного обучения составляет 31,1%, что является значимым достижением;

– несмотря на то что временные затраты при подготовке одной задачи несколько увеличились, однако снизились затраты на организацию решения каждой проблемной задачи, и, следовательно, повысилось количество решаемых задач.

Это указывает на значимость использования методики проблемного обучения информатике с использованием системы ITiS Learning System при организации проблемно-ориентированных занятий.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. На основе анализа различных методов, форм и способов организации и применения методики проблемного обучения в курсе информатики выявлено, что создание специальных проблемно-ориентированных педагогических программных средств и обучающих систем является весьма актуальным.
2. Разработана оригинальная методика проблемного обучения информатике с использованием интеллектуальной обучающей системы, основанной на проективной стратегии организации процесса обучения, интеллектуальных и адаптивных алгоритмах (кластеризации и оптимизации стохастических процессов с дискретным контролем времени), которая позволяет снизить скорость роста интеллектуальных и временных затрат преподавателей при организации и проведении проблемно-ориентированных занятий.
3. Разработана модель экспертной базы знаний, которая реализована в реляционной базе данных с возможностью сохранения в ней всей информации о проблемных ситуациях класса поиска условий действия.
4. Раскрыта возможность и необходимость применения алгоритмов (кластеризации данных и оптимизации стохастических процессов) для индивидуализации методики проблемного обучения с использованием интеллектуальной обучающей системы на основе проблемных ситуаций.
5. Разработана специальная интеллектуальная обучающая система ITiS Learning System на основе проблемных ситуаций для реализации методики проблемного обучения в курсе информатики в дистанционном режиме.
6. Для использования разработанной методики проблемного обучения в разделах курса информатики (компьютерные сети и архитектура ЭВМ) созданы фрагменты экспертной базы знаний по указанным разделам.
7. Разработаны методические рекомендации по использованию обучающей системы и ее внедрению в учебном процессе по предметной подготовке по информатике.
8. Подготовлен и проведен педагогический эксперимент по оценке эффективности реализации методики проблемного обучения информатике

с использованием системы ITiS Learning System по курсу «Компьютерные сети».

9. Доказана статистически достоверная (для $\alpha = 0,05$) связь между применением разработанной методики проблемного обучения с использованием системы ITiS Learning System и повышением уровня оптимальности разрешения проблемных ситуаций у обучаемых.
10. Доказано повышение уровня оптимальности и завершенности разрешения проблемных ситуаций студентами, что говорит о повышении продуктивности их деятельности при решении проблемных задач по информатике по указанным критериям.

Важно то, что небольшая начальная экспертная информация в базе знаний позволяет преподавателю выстраивать сравнительно большое число проблемных ситуаций.

Методика проблемного обучения с использованием ИОС внедрена в учебном процессе кафедры информатики и вычислительной техники КГПУ, а также кафедры информатики в Ачинском филиале КГПУ на курсах Архитектуры ЭВМ и Компьютерные сети. Система доступна по адресу <http://pl96.achcity.com/tree>. Система может быть использована в учебном процессе других дисциплин.

Список опубликованных работ по теме диссертации

Основные положения диссертационного исследования отражены в следующих публикациях:

1. Буторин Д.Н. Проект разработки интеллектуальной системы обучения в области ИКТ // Наука. Технологии. Инновации. Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых в 7-и частях. — Новосибирск: НГТУ, 2006. — Ч. 1. — С.133–135.
2. Буторин Д.Н. Применение методов оптимизации стохастических процессов с дискретным контролем для решения задачи автоматизированного обучения в образовательном процессе // Информатизация педагогического образования: материалы международной научно-практической конференции. — Екатеринбург, 2007. — Ч. 1. — С.124–128.
3. Буторин Д.Н. Разработка автоматизированной обучающей системы на основе проблемных ситуаций // Открытое образование: опыт, проблемы, перспективы: материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — Красноярск, 2007. — С.83–86.
4. Буторин Д.Н. Организация внедрения дистанционной системы обучения на основе проблемных ситуаций для повышения эффективности приобретения опыта экспертов // XVII Международная конференция-

- выставка «Информационные технологии в образовании». — Ч. IV. — М.: «БИТ про», 2007. — С.29–30.
5. Буторин Д.Н. Новые возможности диагностики дистанционной системы на основе проблемных ситуаций // Проблемы формирования информационно-коммуникационной компетентности выпускника университета начала XXI века: материалы всерос. науч.-практ. конф. — Пермь, 2007. — С.78–80.
 6. Буторин Д.Н. Технологии применения дистанционной адаптивной обучающей системы в образовательном процессе // Наука. Технологии. Инновации. Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых в 7-и частях. — Новосибирск: НГТУ, 2007. — Ч. 7. — С.9–10.
 7. Буторин Д.Н. Интеллектуальная адаптивная обучающая система для дистанционного образования // **Информатика и образование**. — 2007. — №10. — С.126–128.
 8. Буторин Д.Н. Вычисление уровня оптимальности решения проблемных задач в специальной обучающей системе // Фундаментальные науки и образование [Текст]: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. — Бийск: БПГУ им. В.М. Шукшина, 2008. — С.107–109.
 9. Буторин Д.Н. Применение алгоритмов кластеризации и оптимизации стохастических процессов в интеллектуальной обучающей системе // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: Конференция-конкурс работ студентов, аспирантов и молодых ученых. — Новосибирск: НГУ, 2008. — С.104–106.
 10. Буторин Д.Н. Применение обучающей системы для эффективной реализации проблемного обучения в дистанционном обучении // Информационные технологии в высшей и средней школе: Материалы всероссийской научно-практической конференции. — Нижневартовск: НГГУ, 2008. — С.106–107.
 11. Буторин Д.Н. Интеллектуальная обучающая система для реализации методики проблемного обучения // Открытое образование: опыт, проблемы, перспективы: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. — Красноярск, 2008. — С.6–10.
 12. Буторин Д.Н. Различные аспекты интеллектуальной обучающей системы основанной на проблемных ситуациях // **Вестник СибГАУ**. — 2008. — № 2 (19). — С.100–104.
 13. Буторин Д.Н. Практическое внедрение проективной обучающей системы в педагогическую практику // **Информатика и образование**. — 2008. — № 6. — С.100–103.
 14. Буторин Д.Н. Обучающая система ITiS Learning System // Компьютерные учебные программы и инновации. — М., 2008. — №6. — С. 14.