

Толстова Наталья Сергеевна

**БИМОДУЛЬНОСТЬ КАК УСЛОВИЕ ПОСТРОЕНИЯ
АДАПТИВНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ СИСТЕМ
ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ**

13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания
по общетехническим дисциплинам

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук



Екатеринбург 2005

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Научный руководитель
доктор педагогических наук, профессор
Долинер Леонид Исаевич

Официальные оппоненты:
доктор педагогических наук, профессор
Стариченко Борис Евгеньевич;

кандидат педагогических наук, доцент
Данилина Ирина Исаковна

Ведущая организация
ГОУ ВПО «Уральский государственный университет
им. А.М. Горького»

Защита состоится 30 июня 2005 г. в 10⁰⁰ ч в конференц-зале на заседании диссертационного совета Д 212.248.01 по при-суждению ученой степени доктора педагогических наук по спе-циальности 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания по общетехническим дисциплинам при ГОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет» по адресу: 620012, Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Курсы, посвященные программированию занимают особое место как в общем, так и профессиональном образовании, связанном с подготовкой специалистов в области информатики и информационных технологий. Анализируя содержание различных курсов программирования, можно сделать вывод о том, что практически всегда:

- изучается какой-либо язык программирования высокого уровня, поддерживающий определенную методологию (как правило, императивную, с логическим продолжением изучения объектно-ориентированных языков программирования);

- объем и глубина изучения примерно одинаковые. При этом каждый курс базируется на конкретном языке программирования, что приводит к разработке разных курсов.

Здесь существует ряд противоречий. *Первое противоречие* – между потребностью соблюдать баланс в обучении технологии программирования и изучении языка программирования, и реальной практикой, в рамках которой чаще всего отдается предпочтение изучению языка программирования. Следствием такого подхода является *второе противоречие*: между неявной, но значимой и сложившейся зависимостью подготовки (профессиональной и допрофессиональной) специалистов в области программирования от языка программирования и фактической независимостью от него технологии программирования. *Третье противоречие* обозначилось между необходимостью индивидуальной подготовки программистов и существующей практикой группового обучения, в рамках которой индивидуализация обучения реализуется недостаточно.

Подготовка специалиста по программированию, с одной стороны, – творческий процесс, с другой – технологический, причем достаточно давно известно, что подобные технологии базируются на необходимости обучения фиксированному перечню приемов. Отсюда и *четвертое противоречие* – между назревшей потребностью в создании образовательной технологии, обеспечивающей индивидуальную подготовку программистов.

стов в условиях массового обучения, и фактическим отсутствием таковой.

Одним из путей разрешения перечисленных проблем является обобщение существующего опыта преподавания программирования и создание адаптивной методической системы, обеспечивающей индивидуальное обучение технологии программирования в условиях групповой подготовки. Тогда в рамках группы каждый из учащихся будет изучать технологию программирования на примере того языка программирования, который был им выбран. Выбор зависит от сложившейся ситуации в области разработки программного обеспечения, интересов обучаемого и методологии программирования.

Подобная адаптивная методическая система сможет обеспечить обучаемому возможность освоения других языков программирования, поддерживающих ту же методологию программирования. Подобный подход, с нашей точки зрения, возможен, так как технология программирования в рамках конкретной методологии обучаемому будет известна, а изучение синтаксиса языка программирования для тех, кто уже программирует, особой сложности не представляет.

В силу принципов построения адаптивная методическая система будет адаптивна к различным учебным планам, формам обучения и потребностям преподавателя (т. е. открыта для модифицирования).

Из сказанного вытекает актуальность **темы** исследования, которая формулируется следующим образом: «Бимодульность как основа построения адаптивных методических систем обучения программированию».

Условие *бимодульности* заключается в возможности разделения адаптивной методической системы на блоки, которые в свою очередь разделяются на подблоки, также имеющие блочно-модульную структуру.

Блоки адаптивной методической системы определяют систему знаний и задач, решение которых и составляет основу обучения. В то же время каждый блок можно условно разделить

на два компонента: первый, *управляющий*, отражает специфику технологии программирования в рамках данной методологии программирования и управления деятельностью обучаемого. Второй, *дидактический*, – специфику написания кодов на определенном языке программирования. Данное разделение дает возможность адаптации методической системы к различным языкам программирования в рамках одной методологии.

Дополняя управляющий компонент блока соответствующим дидактическим, зависящим от изучаемого языка программирования, получим адаптивную методическую систему обучения программированию, ориентированную, в числе прочего, и на конкретный язык программирования (рис. 1).

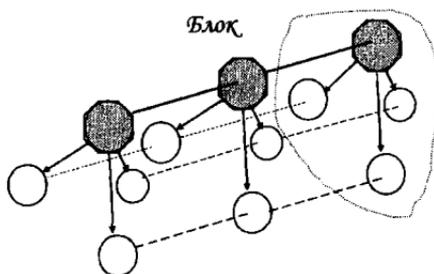


Рис. 1. Структура блока адаптивной методической системы:  – управляющие компоненты;  – дидактические компоненты;  – связь выбора дидактического компонента (конкретного языка программирования);  – связи управляющих компонентов;  – связи дидактических компонентов

Цель исследования – разработать адаптивную методическую систему, обладающую свойством адаптивности к изучению любого языка программирования одной методологии (парадигме программирования). Это возможно при соблюдении условия бимодульности.

Объект исследования – процесс подготовки специалистов в области информационных и коммуникационных технологий.

Предмет исследования – процесс обучения программированию при использовании адаптивной методической системы, построенной согласно условию бимодульности.

Гипотеза исследования заключается в том, что использование адаптивной методической системы обучения программированию, построенной согласно условию бимодульности, позволяет организовать процесс обучения на основе любого из языков программирования в рамках одной методологии. При этом адаптивные свойства методической системы обеспечивают лично-ориентированный подход и уровень усвоения знаний и умений не будет зависеть от языка программирования.

В соответствии с целью и рабочей гипотезой определены следующие задачи исследования:

- Проанализировать содержание курсов и дисциплин, посвященных программированию; выделить основные содержательные единицы курсов и дисциплин.
- Проанализировать подходы и методики преподавания курсов программирования.
- Разработать структуру адаптивной методической системы, выделить ядро системы и определить характер связей между блоками.
- Сформулировать обобщенные цели и осуществить отбор содержания обучения объектно-ориентированному программированию.
- Разработать блоки адаптивной методической системы обучения объектно-ориентированному программированию, построенные в соответствии с условием бимодульности.
- Экспериментально проверить эффективность разработанных блоков адаптивной методической системы.

Теоретико-методологической базой исследования являются общедидактические принципы организации обучения (Ю. К. Бабанский, А. С. Белкин); теория поэтапного формирования умственных действий (П. Я. Гальперин, Н. Ф. Талызина и др.); методика преподавания информатики и программирования (А. Я. Архангельский, А. Г. Гейн, А. Г. Кушниренко, М. П. Лап-

чик, Г. В. Лебедев, И. Г. Семакин, Б. Е. Стариченко и др.); технологии построения адаптивных методических систем (Л.И. Долинер); личностно ориентированный подход к обучению (Е. В. Бондаревская, Э. Ф. Зеер, А. Г. Кузнецова, В. В. Сериков); система модульного обучения (Н. Е. Эрганова и др.); образовательные технологии (В. А. Извозчиков, М. В. Кларин и др.); исследования по проблемам высшей школы (С.А. Архангельский, В. П. Беспалько, Н. В. Макарова, В. В. Петрусинский).

Выбор комплекса **методов исследования** определяется целями и задачами исследования. Применялись следующие методы:

- теоретические: изучение и анализ научной, педагогической, методической, технической и специальной литературы по тематике исследования; сравнительный анализ учебных программ, государственных образовательных стандартов, учебно-методических пособий; обобщение отечественного и зарубежного опыта обучения программированию;

- эмпирические: наблюдение, опрос, анкетирование, анализ результатов деятельности учащихся; педагогический эксперимент, статистические методы обработки данных.

Научная новизна исследования состоит в том, что:

- предложен подход, обеспечивающий адаптивность методических систем обучения программированию к языкам программирования одной методологии;

- сформулировано условие бимодульности, согласно которому методическая система, обеспечивающая адаптивность по какому-то существенному (прежде всего содержательному) признаку, должна быть разделена на блоки, которые в свою очередь разделяются на модули, имеющие также блочно-модульную структуру. При этом самый нижний уровень модулей обеспечивает свойство адаптивности по выбранному признаку.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что предложен комплексный подход к построению адаптивных методических систем обучения программированию, основанный на условии бимодульности.

Практическая значимость исследования состоит в разработке методических и дидактических материалов, используемых при обучении объектно-ориентированному программированию и включающих два учебных пособия: «Программирование в интегрированных средах разработки приложений» (Екатеринбург, 2003, 4,8 п. л., тираж 50 экз.; Екатеринбург, 2004, 6,6 п. л., тираж 100 экз.; Екатеринбург, 2005, 6,6 п. л., тираж 200 экз.) и «Объектно-ориентированное программирование» (Екатеринбург, 2005, 1,8 п. л., тираж 200 экз.), имеющих электронную поддержку и построенных согласно условию бимодульности; два задачника: «Сборник задач по программированию: типовые алгоритмы» (Екатеринбург, 2003, 4,0 п. л., тираж 300 экз.), «Сборник задач по программированию: визуальное программирование» (Екатеринбург, 2005, 4,0 п. л., тираж 100 экз.), а также компьютерный итоговый контроль для каждого учебного пособия.

Пособия ориентированы на самостоятельную работу обучающихся, поэтому могут быть использованы при различных формах обучения, в том числе дистанционной. При дистанционном обучении пособия и задачники могут быть включены в состав кейсов по дисциплинам, посвященным программированию.

В силу модульного построения учебные пособия могут использоваться для обеспечения дисциплин программирования в соответствии с учебными планами различных направлений и специальностей.

Использование задачников позволяет организовать индивидуальное и дифференцированное обучение.

Достоверность результатов исследования обеспечивается опорой на научно аргументированные исходные теоретические положения и концепции, внутренней непротиворечивостью логики исследования, использованием комплекса взаимодополняющих теоретических методов, адекватных поставленным целям и задачам исследования, и вероятностно-статистических методов обработки результатов опытно-поисковой работы по теме исследования.

Апробация результатов исследования. Теоретические положения исследования и результаты педагогического эксперимента обсуждались на заседаниях и семинарах кафедры сетевых информационных систем и компьютерных технологий обучения Российского государственного профессионально-педагогического университета (2002–2004), на 3-й Всероссийской научной Internet-конференции «Компьютерные технологии в образовании ComTech2001» (Тамбов, 2001), 2-й заочной научно-практической конференции «Современные образовательные технологии в преподавании дисциплин естественнонаучного цикла» (Тула, 2003), 10-й Международной электронной научной конференции «Новые технологии в образовании» (Воронеж, 2005), 1-й Международной Интернет-конференции «Информационные и коммуникационные технологии как инструмент повышения качества профессионального образования» (Екатеринбург, 2005 г.).

Апробация результатов осуществлялась в Российском государственном университете, Уральском государственном педагогическом университете, муниципальном образовательном учреждении «Средняя общеобразовательная школа № 68» (Екатеринбург).

На защиту выносятся следующие положения:

- Построение курсов обучения программированию целесообразно осуществлять с использованием адаптивной методической системы, организованной в соответствии с условием бимодальности.

- Результативность обучения программированию с использованием адаптивной методической системы, удовлетворяющей условию бимодальности, не зависит от изучаемого языка программирования.

- Синхронное использование обучаемыми многообразия дидактических и демонстрационных материалов не является причиной дискомфорта обучаемых.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель, объект, предмет, гипотеза и задачи исследования, методологические и теоретические основы исследования, определены научная новизна и практическая значимость работы, а также основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава – «Педагогические аспекты обучения программированию» – посвящена определению целей обучения программированию, педагогических условий и принципов построения адаптивных методических систем обучения программированию. Проанализированы современные подходы к методике обучения программированию, выполнен обзор состояния исследуемой проблемы в образовании.

Анализ двух подходов к формированию целей обучения программированию и, соответственно, содержания обучения (инструктивные документы ACM и IEEE¹ и российские государственные образовательные стандарты) позволяет выделить их особенности. Так, по мнению американских разработчиков, большую ценность несут прежде всего знания общих принципов разработки программного обеспечения; российские разработчики государственных образовательных стандартов особое внимание уделяют более частным знаниям и умениям. Кроме того, в российских государственных образовательных стандартах явно прослеживается общетехническая направленность обучения, когда не имеет значения, в какой области деятельности человек будет использовать полученные знания и умения. Наконец, в российских государственных стандартах не уделяется достаточ-

¹ Association for Computing Machinery (Ассоциация компьютерной техники) и Institute for Electronic and Electrical Engineers (Институт инженеров по электронике и электротехнике) – ведущие профессиональные общества США, целью деятельности которых является систематизация накопленного опыта в области информационных технологий с последующим оформлением документа, рекомендуемого в национальном масштабе как руководство к формированию учебных планов вузов на определенный период времени.

ного внимания анализу алгоритмов и эффективности их применения, тогда как в рекомендациях американских профессионалов данное направление приоритетно.

С другой стороны, оба подхода имеют много общего. Так, схожесть позиций наблюдается в формировании содержания курсов программирования. Сторонники обоих подходов отмечают необходимость изучения хотя бы одного языка программирования, но обязательно с использованием не менее двух методологий программирования; обязательным считается владение информацией в данной области, чтобы осуществлять подбор средств и методов решения определенной задачи.

На основе вышеизложенного в главе рассматриваются подходы к формированию цикла дисциплин, посвященных программированию.

Изучение основ методологий программирования повышает уровень фундаментальных знаний учащихся, которые они могут использовать в дальнейшем в своей профессиональной деятельности. Кроме того, как утверждает в работах И.В. Розиной, программирование является инструментом развития мыслительных способностей обучаемых. При этом обучение программированию протекает эффективнее, если обеспечены определенные условия обучения, такие как:

- личностная ориентированность обучения;
- индивидуализация обучения;
- использование метода задач;
- ориентация на применение полученных навыков в профессиональной деятельности;
- использование демонстрационных примеров;
- стандартизация содержания дисциплин;
- обеспечение непрерывности, преемственности и поэтапного формирования навыков программирования.
- вовлечение сотрудников профильных предприятий в обучение студентов;

- моделирование локальной и интернациональной рабочих сред (работа в команде, участие в больших проектах), что облегчит переход из учебного заведения в мир реального бизнеса;
- привлечение обучаемых к работе профессиональных сообществ, получение сертификатов и профессиональных рецензий.

Наиболее результативное и оптимальное сочетание условий обучения осуществляется при использовании адаптивной методической системы.

Адаптивная методическая система – методическая система, содержащая в своей структуре образовательную технологию, обладающую адаптивностью к требованиям учебного заведения, к формам обучения, к требованиям преподавателей, а также открытостью для модификации.

Адаптивная методическая система должна удовлетворять принципу модульности, предполагающему, что в состав методической системы будут входить самостоятельные блоки, реализующие цели обучения. Такой подход позволяет реализовать адаптивность к любому учебному заведению.

Все блоки адаптивной методической системы состоят из модулей, каждый из которых для учета требований адаптивности и реализации модели полного освоения имеет структуру, изображенную на рис. 2.

В таком случае схема модели обучения в условиях использования адаптивной методической системы выглядит следующим образом: первый шаг – это создание и использование таблиц построения траекторий обучения с определением уровня, которого должен достичь каждый обучаемый; второй шаг – установка на мотивацию на деятельность в целом и затем уже на изучение конкретного материала; третий шаг – проведение обучения, предусматривающее наличие контрольных точек внутри модуля блока, обеспечивающих текущий контроль и вербальный контроль в конце каждого модуля.

В главе рассмотрены этапы проектирования и реализации адаптивных методических систем и проводится анализ методик

обучения программированию. Особое внимание уделяется объектно-ориентированному программированию.



Рис. 2. Структура модуля блока

На основе анализа методической литературы было выявлено, что существуют два подхода к обучению объектно-ориентированному программированию с использованием интегрированных сред разработки приложений. Первый подход основан на комплексном изложении основ алгоритмизации и возможностей интегрированной среды разработки. Сторонники данного подхода предлагают делать отступления от изложения возможностей интегрированной среды разработки и рассказывать о видах соответствующих алгоритмических конструкций (обучение строится по задачному принципу), однако в таком случае учащиеся теряют смысловую нить решения задачи.

При таком подходе учащимся необходимо одновременно усвоить знания о компонентах и знания алгоритмических структур (рис. 3).

Второй подход предполагает отработку навыков с минимальным использованием визуальных компонентов и их событий, но в таком случае обучение ничем не отличается от традиционного обучения алгоритмизации.



Рис. 3. Граф знаний для решения задачи

На наш взгляд, целесообразно использовать поэтапное изложение и отработку. На первом этапе – приобретение навыков использования алгоритмических конструкций и различных структур данных (структурное императивное программирование). На втором этапе – изучение основ использования визуальных компонентов (интегрированные среды разработки с использованием объектно-ориентированного языка программирования). На третьем этапе – знакомство с основами объектно-ориентированного программирования с подробным рассмотрением принципов технологии и практическим применением.

Вторая глава – «Реализация блоков адаптивной методической системы обучения программированию, построенной согласно условию бимодальности» – посвящена описанию адаптивной методической системы обучения программированию, обеспечивающей формирование умений программировать вне зависимости от языка программирования объектно-ориентированной методологии.

Разработка адаптивной методической системы велась в пять этапов.

На *первом этапе* при построении адаптивной методической системы были сформулированы обобщенные цели обуче-

ния программированию и выявлен перечень обязательных блоков изучения, т.е. была определена структура адаптивной методической системы обучения программированию, удовлетворяющей условию бимодульности (рис. 4).

Построение содержания основывалось на принципах научности, профессиональной направленности, преемственности с ранее изученными дисциплинами, технологической адекватности, единства знания и деятельности, а также принципов, обеспечивающих адаптивность (по Л.И. Долинеру), таких как открытость, модульность и амбивалентность.

На *втором и третьем этапах*, посвященных разработке адаптивной методической системы обучения программированию, были определены диагностические цели и осуществлялся отбор содержания блока «Объектно-ориентированное программирование». В процессе анализа учебников, учебных программ и методической литературы были определены содержание и методика его изложения.

На основе анализа графа объектов изучения были определены структура блока и порядок рассмотрения объектов изучения. Было выяснено, что данный блок содержит два логических подблока. Первый посвящен визуальным компонентам и интегрированным средам разработки приложений, а второй – основам объектно-ориентированного программирования. Связь между этими двумя подблоками осуществляется через иерархию классов и компоненты интегрированной среды разработки. Дальнейшее рассмотрение блока «Объектно-ориентированное программирование» осуществлялось с позиции каждого подблока. В целях идентификации подблоков они получили следующие названия: первый – «Программирование в интегрированных средах разработки приложений», второй – «Основы объектно-ориентированного программирования».

В подблок «Программирование в интегрированных средах разработки приложений» вошли следующие разделы: «Понятие интегрированной среды быстрой разработки приложений», «Проектирование приложений», «Свойства визуальных компо-

нентов приложения», «События компонентов», «Технология использования компонентов ввода-вывода текстовых данных».



Рис. 4. Структура ядра адаптивной методической системы

Расширение данного подблока осуществляют разделы, такие как «Технология использования компонентов общих диалогов», «Технология использования графических компонентов», «Конструирование меню», «Использование библиотек динамической компоновки».

Ядро подблока «Основы объектно-ориентированного программирования» составили разделы «Классы, объекты классов», «Наследование», «Полиморфизм», «Конструктор и деструктор».

Расширением подблока «Основы объектно-ориентированного программирования» явились разделы «Иерархия визуальных компонентов», «Создание собственных компонентов».

На *четвертом этапе* разрабатывался перечень обобщенных задач для каждого подблока («Программирование в интег-

рированных средах разработки приложений», «Основы объектно-ориентированного программирования»).

Основное внимание при изучении интегрированных сред разработки должно акцентироваться на изучении компонентов, так как именно они являются связующим звеном с объектно-ориентированной технологией описания компонентов. Кроме того, они являются основой интерфейса любого программного продукта, работающего под управлением операционной системы Windows.

Поэтому для формирования обобщенной системы задач на первом этапе анализировалось программное обеспечение с целью выявления компонентов, наиболее часто встречающихся в организации интерфейса. На втором этапе компоненты объединялись в группы и связывались в единую смысловую задачу, выявлялась связь между компонентами и элементами императивного программирования.

Анализ литературы по разработке Windows-приложений выявил, что механизмы объектно-ориентированного программирования чаще всего используются для создания новых визуальных компонентов на основе имеющихся в библиотеке визуальных компонентов и для создания классов сущности, отражающих содержательно значимые стороны приложения.

В процессе исследования был сделан вывод, что обучение целесообразно строить по следующей схеме: первая часть – изучение механизмов объектно-ориентированного программирования на примере классов сущности, вторая часть – рассмотрение библиотеки визуальных компонентов как иерархии классов объектов; третья часть – синтез знаний и умений первой части с созданием визуального компонента в иерархии визуальных компонентов.

На *пятом этапе* в целях реализации блоков адаптивной методической системы обучения программированию и выполнения условия бимодульности весь материал был разделен на два основных компонента: управляющий и дидактический. Управляющий компонент включает в себя систему методов

обучения, обеспечивающую организацию деятельности обучающегося, набор специальных дидактических материалов (практикум). Дидактический компонент выражает специфику определенной системы или языка программирования (в большей части, электронные материалы). Дидактический компонент составлен для различных систем и языков программирования и предполагает приобретение умений работы с конкретным языком программирования.

Управляющий компонент блока должен соответствовать следующим требованиям:

1) В тексте следует предусматривать обобщенные данные и общую технологию работы с объектами изучения вне зависимости от методологии и языка программирования.

2) Текст не должен содержать фрагменты кода на каком-либо языке программирования. Допустимыми считаются словесный алгоритм, алгоритм, алгоритм на унифицированном языке или блок-схеме.

3) Все задания необходимо формулировать в общем виде, а дополнительную информацию давать в дидактическом (электронном) компоненте. Таким образом достигается адаптивность к различным языкам программирования.

4) В тексте заданий не должны употребляться расширения файлов, отображающих принадлежность к тому или иному языку программирования. Возможно использование расширений приложений и документов, отражающих принадлежность к приложениям и не относящихся к программированию.

5) Вопросы для самоконтроля должны быть ориентированы на общую технологию работы с объектом изучения, а не на конкретную реализацию в конкретной среде или языке программирования.

6) Для формирования устойчивого умения использовать те или иные объекты необходимо в процессе обучения предлагать задачи, позволяющие сначала продемонстрировать использование их, затем закрепить знания на примере аналогичных задач, и только затем предлагать задачи прикладного и исследо-

вательского характера с использованием элементов изученного материала (см. рис. 2).

На пятом этапе было также разработано обеспечение, включающее средства обучения и диагностики.

На *шестом этапе* проводилась апробация блока «Объектно-ориентированное программирование» разработанной адаптивной методической системы, построенной согласно условию бимодульности, с целью проверки результативности, доступности и адаптивности технологии обучения при изучении подблоков «Программирование в интегрированных средах разработки приложений» и «Объектно-ориентированное программирование» вне зависимости от языка и среды программирования.

В *третьей главе* – «Организация и проведение опытно-поисковой работы» – описывается организация опытно-поисковой работы по проверке результативности применения разработанной адаптивной методической системы обучения программированию в учебном процессе. Исследование проводилось в течение трех лет в четырнадцати академических группах. В исследовании принимали участие 144 обучаемых. Работа проходила в три этапа.

На *первом, поисковом, этапе* (2002) были сформулированы цели, содержание и педагогические условия обучения программированию, определена методология разработки адаптивной методической системы обучения программированию, удовлетворяющей условию бимодульности.

На *втором, формирующем, этапе* (2002 – 2003) были разработаны структура адаптивной методической системы обучения программированию, удовлетворяющей условию бимодульности, и блок «Объектно-ориентированное программирование». Проводились апробация и подбор наиболее эффективных приемов изложения материала и методов обучения визуальному программированию. В процессе подготовки использовались такие методы, как наблюдение, беседа, анкетирование. В результате работы были отобраны, систематизированы базовые и дополнительные материалы, подготовлены промежуточные и итоговые

тесты, анкеты. Подготовленные блоки методической системы обучения удовлетворяют принципам адаптивности и условию бимодульности.

На *третьем, результативно-обобщающем, этапе* (2004) проводился педагогический эксперимент по проверке результативности обучения в условиях использования адаптивной методической системы обучения программированию, построенной согласно условию бимодульности. Для этого была проведена подготовка обучаемых по программированию на императивном языке программирования, причем одна группа изучала Pascal, а другая – С. По окончании обучения проводилось контрольное тестирование с целью выявления уровня усвоения синтаксиса и понимания семантики императивных языков программирования.

После этого осуществлялось обучение каждой группы объектно-ориентированному программированию с использованием разработанных блоков адаптивной методической системы и сопоставлялся уровень усвоения материала обучающимися в группах, изучающих различные интегрированные среды быстрой разработки приложений и объектно-ориентированных языков программирования. Лабораторные занятия проводились: в первой группе – с направлением изучения интегрированной среды быстрой разработки приложений Delphi, в других – с направлением Borland C++ Builder Enterprise. Результативность определялась на основе итогового теста.

Уровень усвоения материала в группе, изучающей интегрированную среду быстрой разработки приложений Delphi, сопоставлялся с уровнем усвоения в группе, изучающей Borland C++ Builder Enterprise (рис. 5).

Для сопоставления уровней усвоения материала различных групп был использован статистический U-критерий Манна – Уитни. Для проверки нулевой гипотезы (*различия в уровне усвоения материала между группами отсутствует*) подсчитывалось экспериментальное значение U-критерия по следующей формуле:

$$U_{\text{экс}} = n_1 n_2 + \frac{n_m(n_m + 1)}{2} - R_m,$$

где

n_1, n_2 – объемы экспериментальных выборок;

R_m – наибольшая сумма из сумм рангов каждой группы;

n_m – объем выборки, сумма рангов которой больше.

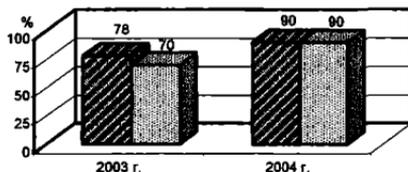


Рис.5. Соотношение результатов итогового контроля:

■ – Delphi, ■ – C++ Builder Interprise

Далее определяется $U_{\text{крит}}$ по таблице критических значений для уровня значимости 0,05. В случаях, когда $U_{\text{экс}} > U_{\text{крит}}$, принимается нулевая гипотеза, а первая (*различие в уровне усвоения материала между группами существует*) отклоняется. В нашем случае $n_1=20$, $n_2=18$, $U_{\text{крит}}=123$, $U_{\text{экс}}=159$. Так как в нашем случае $U_{\text{экс}} > U_{\text{крит}}$, это подтверждает нашу гипотезу с достоверностью не ниже 95% о том, что использование методической системы, адаптивной к любому языку программирования и удовлетворяющей условию бимодальности, приводит к одинаковому уровню усвоения материала и формированию навыков программирования в интегрированных средах разработки приложений.

Кроме того, в рамках исследования проводился опрос о степени дискомфорта при синхронном использовании обучаемыми разнообразия дидактических и демонстрационных материалов. Опрос показал, что 62% обучаемых иногда становилось сложно работать с несколькими окнами приложений, 24% –

не были замечены какие-либо неудобства, 14% респондентов испытывали при работе дискомфорт (рис. 6).

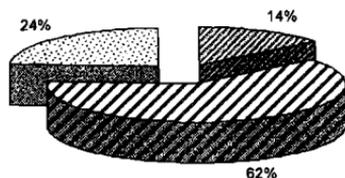


Рис. 6. Отношение к многообразию средств обучения:

■ – да, мешает; ▨ – иногда мешает; ▩ – нет, не заметно

В **заключении** приводятся следующие основные результаты, полученные в ходе исследования:

1. Изучена степень проработанности сходства синтаксиса и семантики языков программирования, поддерживающих одинаковую методологию программирования. Выявлено, что языки программирования, поддерживающие одну методологию программирования, имеют ядро, схожее по структурным компонентам.

2. Выявлены следующие педагогические условия эффективного обучения программированию: личностная ориентированность обучение, индивидуализация обучения, использование метода задач, ориентация на применение полученных навыков в профессиональной деятельности, использование демонстрационных примеров, стандартизация содержания дисциплин, непрерывность, преемственность и поэтапное формирование навыков программирования.

3. Созданы блоки адаптивной методической системы обучения объектно-ориентированному программированию в визуальных средах разработки приложений, адаптивной к любому объектно-ориентированному языку программирования и удовлетворяющей условию бимодальности.

4. В ходе опытно-поисковой работы доказано, что созданная адаптивная методическая система обеспечивает усвоение материала и приобретение навыков создания приложений в рамках языков программирования, поддерживающих одну методологию, на одинаковом уровне.

Приведенное исследование не претендует на исчерпывающую полноту разработки поставленной проблемы. Актуальными остаются вопросы, связанные с возможностью переноса данного подхода на языки программирования логической, функциональной методологии и программирования в ограничениях.

Основные положения исследования отражены в следующих публикациях:

1. *Толстова Н.С.* Системология языков и методологий программирования // Теория и практика профессионального образования: педагогический поиск: Сб. науч. тр./Под ред. Г.Д. Бухаровой. Екатеринбург, 2003. Вып. 3, ч. 2. С. 123 – 130.

2. *Толстова Н.С.* Структура адаптивного курса обучения программированию // Современные образовательные технологии в преподавании дисциплин естественнонаучного цикла: Сб. науч. тр. /ТулГУ. Тула, 2003. Вып. 2. С. 130 – 132.

3. *Толстова Н.С.* Адаптивная методика обучения программированию // Компьютерные технологии в образовании, ComTech2001: Материалы 3-й Всерос. науч. Internet-конф., Тамбов, нояб. – дек. 2001 г. / Гл.ред. серии проф. А.А. Арзамасцев. Тамбов: Изд-во им. Г.Р. Державина, 2001. Вып. 16. С. 56.

4. *Толстова Н.С.* Организация обучения программированию в высших учебных заведениях // Новые технологии в образовании: Материалы 10-й Междунар. электрон. науч. конф. Воронеж, апр. – март 2005. Воронеж, 2005. С. 53 – 55.

5. *Толстова Н.С.* Бимодульность как основа построения адаптивных методических систем обучения программированию // Информационные и коммуникационные технологии как инструмент повышения качества профессионального образования: Материалы 1-й Междунар. Интернет-конф. Екатеринбург, апр. –

март 2005 г. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2005. С. 122 – 127.

6. *Толстова Н. С.* Сулова И.А. Интегрированные среды разработки приложений: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2005. 105 с.

7. *Толстова Н. С., Саблина В.Ю., Хомяков М.В.* Объектно-ориентированное программирование: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2003. 76 с.

8. *Толстова Н.С., Долинер Л.И., Турушкина В.Ю.* Сборник задач по программированию. Ч.1. Типовые алгоритмы / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. Екатеринбург, 2003. 63 с.

9. *Толстова Н.С., Гарбилис М.В.* Сборник задач по программированию. Ч.2. Визуальное программирование / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. Екатеринбург, 2005. 40 с.

10. *Толстова Н.С.* Задания и методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Языки и системы программирования» / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. Екатеринбург, 2002. 74 с.

11. *Толстова Н.С., Саблина В.Ю., Ширева С.Н.* Методические указания и контрольные задания по дисциплине «Высокоуровневые методы информатики и программирования» (ГОС – 2000) / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. Екатеринбург, 2004. 34 с.

12. *Толстова Н.С.* Рабочая программа дисциплины «Высокоуровневые методы информатики и программирования» (ГОС – 2000). Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2003. 12 с.

13. *Толстова Н.С., Саблина В.Ю.* Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Алгоритмические языки и системы программирования» (ГОС – 2000). Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2004. 23 с.

14. *Толстова Н.С., Ширева С.Н.* Рабочая программа дисциплины «Алгоритмические языки и системы программирования» (ГОС – 2000). Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2003. 13 с.