

62(044)
Б-241

На правах рукописи

Баранова Евгения Васильевна

**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ СРЕДСТВАМ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Специальность: 13.00.02 – теория и методика обучения информатике

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора педагогических наук

Санкт-Петербург
2000

Работа выполнена на кафедре информатики и вычислительной техники
Российского государственного педагогического университета
имени А.И. Герцена

о.к.р.

Официальные оппоненты:

доктор педагогических наук,
профессор Радионова Н.Ф.

доктор педагогических наук,
профессор Шапкин В.В.

доктор технических наук,
профессор Анисимов В.И.

03-02474

Ведущая организация:

Санкт-Петербургский институт
информатики и автоматизации РАН

Защита состоится 26 октября 2000 года в 9⁰⁰ на заседании
Диссертационного Совета Д 113.05.09 по присуждению ученой степени
доктора педагогических наук по специальности 13.00.02 – теория и методи-
ка обучения информатике в Российском государственном педагогическом
университете имени А.И. Герцена по адресу: 191986, г. Санкт-Петербург,
наб. р. Мойки, дом 48, корп.1, ауд.209.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке
Российского государственного педагогического университета имени А.И.
Герцена.

Автореферат разослан 25 сентября 2000г.

Ученый секретарь

Диссертационного Совета

Ланина И.Я.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Для современного этапа развития общества характерны следующие факторы: возрастание роли информации в процессе развития природы и общества; создание более совершенных информационных технологий; стремление к интенсификации информационных процессов; усиление значения фактора управления; возрастание в процессе развития роли самосовершенствования, самоорганизации и системного подхода; усиление внимания к процессам управления, эффективности процессов принятия решения.

Факторы нарастания темпов развития, ускорения прогресса, сокращения длительности управленческих циклов вследствие интенсификации информационных процессов являются одними из самых существенных в *социальном* плане. В этих условиях социум предъявляет высокие требования к индивидууму: *гибкость, адаптивность* к современным изменяющимся условиям, *самосовершенствование, осознание* индивидуумом *целей* развития общества, соотнесение целей развития общества с личными целями.

В эпоху стремительно возрастающей скорости инноваций и технической перестройки необходимо совершенствование системы образования. Об этом указывается не только в исследованиях ученых-педагогов, но и нормативных документах. Актуальна разработка инновационных педагогических технологий, обеспечивающих достижение целей обучения оптимальным образом, с учетом «социального» заказа и профессиональных интересов и личностных особенностей обучаемых (Беляева А.П., Извозчиков В.А., Радионова Н.Ф., Селевко Г.Н., Слостенин В.А., Стефанова Н.Л., Тряпицын А.П. и др.).

Отличительная черта современного этапа – поиск педагогами-исследователями способов применения формальных методов для описания процесса обучения с использованием аппаратов системного анализа, кибернетики, синергетики, с учетом, развитием и расширением понятий, принципов и достижений дидактики.

Во многих педагогических исследованиях рассматриваются вопросы, связанные с проектированием технологии обучения, и подчеркивается значимая роль аппаратов кибернетики и информатики в этом процессе (Бороненко Т.А., Власова Е.З., Готская И.Б., Лалчик М.П., Роберт И.П., Стефанова Н.Л., Швецкий М.В. и др.). Однако отмечается открытость этой проблемы, необходимость дальнейших исследований, которые бы позволили эффективно использовать достижения информационных технологий при проектировании процесса обучения.

Вышесказанное определяет *актуальность направления исследования.*

В рамках курсов информатики и методики обучения информатике в педвузе предполагается обучение студентов современным технологиям и сис-

темам программирования, пользовательским средам и пакетам и методике их обучения. Очевидно, целесообразно при отборе содержания обучения и разработке методик обучения той или иной среде иметь в виду подходы, которые применялись разработчиками при ее создании.

Учебный предмет информатики неразрывно связан с информационными технологиями, наиболее динамично развивающимся ресурсом мирового сообщества. В процессе обучения информатике это проявляется в постоянном обновлении версий изучаемых средств информационных технологий, появлении новых пользовательских сред и систем программирования, неизвестных учителю.

В связи с этим можно определить, с нашей точки зрения одну из *важнейших* проблем подготовки специалистов в области обучения информатике: система подготовки должна обеспечивать такой уровень, который позволил бы учителям в своей будущей профессиональной деятельности быстро *адаптироваться* к инновациям в области информационных технологий, даже быть всегда готовым вести занятия по программе отличной в корне от той, по которой учили его.

Объектно-ориентированное проектирование – аппарат, позволяющий эффективно структурировать содержание обучения средствам информационных технологий в соответствии с современными тенденциями в их развитии и принципами, положенными в основу преобразований образовательной системы. Вышесказанное определяет *актуальность исследования*.

Теоретико-методологическая база исследования основана на работах:

– Абдеева Р.Ф., Моисеева Н.Н., Ракитова А.И., Урсул А.Д. и др., в исследованиях которых с философских позиций рассматриваются состояние, противоречия, тенденции развития системы образования в условиях современного информационного общества;

– Бабанского Ю.К., Беспалько В.П., Бордовского Г.А., Гершунского Б.С., С.Г. Григорьева, Извозчикова В.А., Лаптева В.В., Машбица Е.И., Разумовского В.Г., Роберт И.В., Румянцева И.А., Хамова Г.Г. и др., которые заложили теоретические и методологические основы информатизации образования;

– Ершова А.П., Бешенкова С.А., Бороненко Т.А., Гейна А.Г., Готской И.Б., Извозчикова В.А., Кузнецова А.А., Кузнецова Э.И., Лапчика М.П., Пугача В.И., Румянцева И.А., Шапкина В.В., Швецкого М.В. и др., в работах которых исследуются проблемы подготовки учителей информатики;

– Беляевой А.П., Власовой Е.З., Извозчикова В.А., Казаковой Е.И., Радионовой Н.Ф., Роберт И.В., Сластенина В.А., Стефановой Н.Л., Тряпицыной А.П., посвященных исследованию сущности педагогических технологий;

– Анисимова В.И., Братчякова И.Л., Воробьева В.И., Румянцева И.А., Советова Б.Я. в работах которых рассматриваются проблемы обучения теории и практике современной информатики в высшей школе;

– Буча Г., Рамбо Д., Коада П., заложивших теоретические основы объектно-ориентированного проектирования.

Цель исследования: разработка теоретических основ и технологии объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствам информационных технологий.

Объект исследования: обучение средствам информационных технологий в условиях интенсификации информационных процессов.

Предмет исследования: объектно-ориентированное проектирование содержания обучения средствам информационных технологий.

Концепция исследования заключается в использовании объектно-ориентированного проектирования как теоретической основы для разработки методологии и технологии эффективного структурирования содержания обучения средствам информационных технологий в условиях интенсификации информационных процессов. Обоснованность такого подхода определяется

1) *основополагающей ролью* объектно-ориентированного подхода при разработке современного системного и программного обеспечения, что создает условия для его использования как *инструмента структурирования содержания обучения* средствами *адекватными предметной области* обучения в условиях *быстрых* темпов ее развития;

2) *сущностью* аппарата объектно-ориентированного проектирования, определяющей возможность представления знаний в форме, характеризующейся признаками *обобщенности, однозначности, непротиворечивости, технологичности, модульности.*

Теоретические основы объектно-ориентированного подхода используются для разработки *методологии и технологии объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствам информационных технологий*, обеспечивающих структурирование и представление содержания обучения адекватно *предметной области* и в соответствии с требованиями ведущих принципов *дидактики.*

Данная концепция позволяет построить следующую **гипотезу исследования:**

если 1) выделить *принципы* объектно-ориентированного проектирования, создающие *объективные предпосылки* для его эффективного использования как *инструмента структурирования* содержания обучения средствам информационных технологий; 2) разработать *теоретические основы объектно-ориентированного проектирования содержания обучения* средствам информационных технологий,

то это позволит разработать технологию объектно-ориентированного проектирования содержания обучения студентов педагогических вузов и учителей информатики средствами информационных технологий, обеспечивающую представление содержания обучения в соответствии с современными принципами дидактики и адекватно предметной области в условиях быстрых темпов ее развития.

В соответствии с поставленной целью и выдвинутой гипотезой определены следующие задачи исследования:

1. На основе анализа концепции объектно-ориентированного проектирования *сформулировать принципы*, создающие объективные предпосылки для его использования как инструмента структурирования содержания обучения средствами информационных технологий.

2. Разработать и обосновать *понятийный аппарат* объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий.

3. На основе теоретического аппарата разработать *технологию объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий*:

1). описать *этапы процесса* проектирования;

2) разработать *систему стратегий* для реализации этапов процесса объектно-ориентированного проектирования содержания обучения;

3) описать *способы представления результатов* объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий.

4. Применить разработанную технологию для построения *совокупности объектных моделей содержания* обучения средствами современных информационных технологий.

5. *Апробировать* технологию объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий в процессе обучения.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Следующие *принципы* процесса объектно-ориентированного проектирования, создают объективные условия для его эффективного использования в качестве инструмента проектирования содержания обучения средствами информационных технологий: *технологичность; соответствие* объектному подходу современным тенденциям в области *разработки* программных систем и средств; *открытость* и гибкость модели; *естественность* объектно-ориентированного подхода.

2. *Теоретические основы* объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий: *основные понятия* (объектно-ориентированное проектирование содержания обучения

средству информационных технологий; *объектная модель содержания обучения* (средству информационных технологий), *система стратегий* для реализации процесса проектирования содержания обучения; *результаты* объектно-ориентированного проектирования содержания обучения.

3. *Технология* объектно-ориентированного проектирования содержания обучения (средству информационных технологий, определяющая *этапы* процесса проектирования: определение *значимых функций*, предлагаемых к изучению; определение на основе системы стратегий *классов*, предлагаемых к изучению; определение *областей компетенции* выделенных классов; представление результатов проектирования в виде *диаграмм классов*, *диаграмм объектов*, *таблиц компетенций и отношений*; *сценариев* взаимодействия классов объектов; спецификаций. Разработанная *технология* обеспечивает представление содержания обучения в соответствии с современными *принципами дидактики* и *адекватно предметной области* в условиях быстрых темпов ее развития, характеризуется *воспроизводимостью* и возможностью *диагностичной* постановки *целей* обучения и проверки степени их достижения.

4. Совокупность *объектных моделей*, как результатов объектно-ориентированного проектирования содержания обучения (средствам информационных технологий, применение которых обеспечит представление содержания обучения в соответствии с современными *принципами дидактики* и *адекватно предметной области* в условиях быстрых темпов ее развития.

Научная новизна исследования характеризуется следующими результатами: обоснована целесообразность использования *объектно-ориентированного проектирования* как *эффективного инструмента структурирования* содержания обучения (средствам современных информационных технологий; теоретические и практические составляющие объектно-ориентированного подхода (процесс объектного проектирования, объектные модели, технология объектно-ориентированного проектирования) применяются в исследовании в *новом* аспекте – для проектирования процесса обучения информационным технологиям, обеспечивающего представление предметной области обучения в соответствии с современными тенденциями ее развития; на базе объектного подхода разработаны объектные модели содержания обучения (средствам информационных технологий).

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке *теоретических основ объектно-ориентированного проектирования содержания обучения* (средствам информационных технологий) (разработке и обосновании понятийного аппарата, описании этапов процесса проектирования, способов представления результатов объектно-ориентированного проектирования содержания обучения (средству информационных технологий)). На основе данного аппарата разработана технология объектно-

ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий.

Практическая ценность

Технология объектно-ориентированного проектирования содержания обучения основанная на вышеуказанных принципах, позволяет разрабатывать объектные модели, адекватно представляющие содержание обучения средствами информационных технологий в условиях быстрых темпов их развития. Разработанная совокупность объектных моделей содержания обучения различным средствам информационных технологий может служить основой для соответствующих учебных курсов, учебно-методических материалов, учебных пособий. Разработанные примеры объектных моделей используются при автоматизации управления учебным процессом.

Методы исследования

В диссертации использованы методы математического моделирования, теории систем, теории управления, педагогики.

Апробация

Теоретические положения обсуждались на международных, всероссийских, межрегиональных, межвузовских конференциях (Москва, Санкт-Петербург, Воронеж, Тверь), Герценовских чтениях; Международной конференции «Информационные технологии в естественно-научном и математическом образовании» (С.-П., 2000); научной конференции посвященной 275-летию РАН (С.-П., 1999г.); VII международной конференции-выставки «Информационные технологии в образовании» (М., 1998); международной научной конференции «Информатика – современное состояние и перспективы развития» (1998г.); второй Всероссийской научной конференции «Актуальные проблемы непрерывного педагогического образования» (С.-П., 1996); межвузовской научно-практической конференции «Актуальные проблемы информатизации в образовании» (СПб., 1995г.); IV международной конференции «Региональная информатика» (С.-П., 1995); международной конференции «Подготовка преподавателей математики и информатики для высшей и средней школы» (М., 1994г.); межвузовской конференции «Современные проблемы преподавания математики» (СПб., 1993г.); международной конференции молодых ученых и специалистов (Воронеж, 1992г.).

Внедрение результатов осуществлялось в период с 1992-2000 годы.

1). Результаты исследования внедрены в учебный процесс в РГТУ им. А.И. Герцена в рамках курсов и спецкурсов «Языки и методы программирования», «Алгоритмизация и основы программирования», «Программное обеспечение ЭВМ», «Современные информационные технологии», «Объектно-ориентированное проектирование и программирование»; при руководстве аспирантскими и дипломными исследованиями по кафедре ИВТ, при

обучении информатике школьников старших классов и учителей информатики.

2). Результаты исследования использовались при разработке и внедрении автоматизированных систем управления учебным процессом для различных структурных подразделений РГПУ им. А.И. Герцена (автоматизированные системы «Учебная часть», «Деканат», «Аспирантура» и др.).

Публикации.

Основные результаты опубликованы в 43 печатных работах, основное содержание диссертации изложено в монографии.

Структура и объем работы.

Работа содержит 4 главы, введение и заключение. Общий объем работы 334 страницы, из них 304 - основной текст, список литературы из 309 наименований, 40 таблиц, 12 рисунков, 4 приложения.

2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Во **введении** обосновывается актуальность темы диссертационного исследования, определяются цель, объект задачи и методы исследования. Характеризуется научная новизна и практическая ценность работы, формулируются положения выносимые на защиту, показывается уровень апробации исследования.

В **первой главе** «*Информационные, социальные и педагогические основы применения формальных методов для проектирования процесса обучения информационным технологиям*» рассматриваются предпосылки, обуславливающие возможность и целесообразность применения формальных аппаратов для проектирования содержания обучения средствам информационных технологий в условиях быстрых темпов их развития.

На основе анализа исследований ученых рассматривающих философские, социальные, психолого-педагогические аспекты функционирования современного информационного общества (Абдеев Р.Ф., Бордовский Г.А., Извозчиков В.А., Лаптев В.В., Моисеев Н.Н., Ракитов А.И., Урсул А.Д. и др.), делается вывод о том, что интенсификация информационных процессов предопределяет необходимость совершенствования системы образования и ее составляющих в следующих направлениях: *применения средств информационных технологий на различных этапах, в различных составляющих системы образования; повышения эффективности использования информационных систем в управлении образованием; формирования у обучаемых умений и навыков самообучения, как необходимых условий адаптации личности к постоянно меняющимся современным условиям; включения в процесс обучения всех образовательных структур современных обновляющихся курсов, связанных с применением информационных технологий; формирование необходимых умений и навыков использования современных средств коммуникаций для поиска информации, доступа к ней, обмена информацией.*

Современное состояние педагогических исследований, связанных с процессом обучения ИТ, характеризуется: активным поиском новых методов, форм и средств; включением специалистов в области ИТ в процесс обучения ИТ; применением *формальных* методов, системно-кибернетического подхода для построения методических систем обучения (Бордовский Г.А., Бороненко Т.А., Власова Е.З., Готская И.Б., Извозчиков В.А., Петрунько А.В., Стефанова Н.Л., Шведкий М.В. и др.). Однако, вопрос о создании *технологии* обучения ИТ, обеспечивающей достижение поставленных целей обучения в условиях быстрых темпов развития средств информационных технологий и их специфики остается *открытым*.

Понятие *педагогическая технология* рассматривается в исследованиях Беляевой А.П., Власовой Е.З., Извозчикова В.А., Пидкасистого П.И., Радионовой Н.Ф., Тряпицыной А.П., Саранцева Г.И., Селевко Г.Н., Сластенина В.А. и др. Существуют различия в определениях, однако все исследователи подчеркивают значимость развития этого направления педагогической науки на современном этапе и сходятся при выявлении ведущих признаков педагогической технологии.

В частности, Н.Ф. Радионова подчеркивает, что для решения насущных проблем в области педагогики в современных условиях необходимо существенное обновление отношения «преподавателей к формированию образовательных целей, отбору и структурированию содержания, поиску новых педагогических технологий» Настоящий этап характеризуется тем, что «обосновываются принципы отбора и структурирования содержания педагогического образования. Идет поиск образовательных технологий, адекватных новым задачам».

А.П. Тряпицына считает, что при разработке инновационных педагогических технологий основным «методологическим подходом является подход (принцип) *взаимодополнительности* методов *естественно-научного* и *гуманитарного* познания».

В качестве ведущих *признаков* педагогической технологии обучения указываются: диагностично заданные цели (Пидкасистый П.И., Саранцев Г.И., Сластенин В.А.); воспроизводимость (Пидкасистый П.И., Сластенин В.А.); «детерминированность» процесса обучения, разделение его на этапы, алгоритмизация этапов, определение последовательности этапов; управление процессом обучения (Беляева А.П., Извозчиков В.А., Сластенин В.А.); «представление изучаемого содержания в виде системы познавательных и практических задач, ориентировочной основы и способов их решения» (Сластенин В.А.).

По мнению В.А. Сластенина (Наука и школа, 2000, № 4) необходимы серьезные исследования по таким проблемам как «описание и измеримость педагогических целей, средств, результатов;...готовность содержания образо-

вания к технологической форме его изложения (в большинстве случаев учебные курсы настолько некорректны, расплывчаты, логически не оформлены, что не представляется возможным их технологизировать)».

Возможность и целесообразность использования аппаратов кибернетики, синергетики, информатики при разработке инновационных педагогических технологий определяется не только в научных исследованиях известных педагогов, но и в нормативных документах. В частности, в Национальном докладе РФ «Политика в области образования и новые информационные технологии» на II Международном конгрессе ЮНЕСКО подчеркивается особая *значимость* информационных технологий, как составляющих информатики, учитывая их широкое распространение и применение в различных предметных областях. Там же подчеркивается, что одной из отличительных особенностей современной концепции преподавания информатики в образовательных учреждениях России является «использование современных информационных технологий для *системного, модульного* формирования содержания подготовки, основанных на деятельностном подходе и позволяющих, исходя из государственных образовательных стандартов, сформировать программу, *ориентированную* на характеристики будущей профессиональной деятельности обучаемого с учетом его *личностных* интересов и особенностей».

Анализ возможных подходов на пути совершенствования обучения средствам информационных технологий привел к выводу о необходимости поиска *нового* аппарата, способного обеспечить представление содержания обучения этой предметной области *в соответствии* с современными *принципами* дидактики и *адекватно предметной области* в условиях интенсификации информационных процессов

Проведенный в главе анализ современного состояния и тенденций развития информационных технологий показывает, что этот процесс не только предопределяет *необходимость совершенствования* содержания, форм, методов и средств обучения данной предметной области, но и создает предпосылки для *использования аппарата информатики* как средства *повышения эффективности* обучения данной предметной области.

Настоящий этап характеризуется безусловным преимуществом *объектно-ориентированных технологий* в процессах разработки программного обеспечения; появлением различных средств, обеспечивающих повышение эффективности процессов проектирования, разработки и внедрения программных систем за счет их автоматизации; разработками теоретически обоснованных и практически оправданных методов в области объектно-ориентированного проектирования; повышением интереса у ученых (теоретиков и практиков) к способам обучения объектно-ориентированным технологиям.

Объектно-ориентированный подход позволяет построить естественную, понятную модель, достаточно устойчивую по отношению к изменениям, на-

ходящимся в рамках определенных значимых функций системы (изменение функций отдельных составляющих, добавление новых составляющих и т.д.). Сущность процесса объектно-ориентированного проектирования обеспечивает возможность его эффективного использования как средства структурирования различных предметных областей.

Настоящий этап развития программных средств характеризуется: применением универсальных средств проектирования и описания (UML, CASE технологии), позволяющих автоматизировать процесс разработки; использованием *стандартов* (ISO, IEEE, IEC) при разработке программного обеспечения; стремлением к обеспечению взаимодействия между программными средствами, использованием одинаковых технологий, общих библиотек, программных ресурсов системы, интерфейса.

В рамках курсов информатики и методики обучения информатике в педагогических вузах предполагается обучение студентов современным технологиям и системам программирования, пользовательским средам и пакетам и методике их обучения. Учебный предмет информатики неразрывно связан с информационными технологиями, наиболее динамично развивающимся ресурсом мирового, что определяет одно из важнейших требований к системе подготовки учителей информатики в педагогическом вузе: должен быть обеспечен такой уровень, который позволил бы учителям в своей будущей профессиональной деятельности быстро *адаптироваться* к *инновациям* в области информационных технологий. При обучении информационным технологиям это требование проявляется в результате постоянного обновления версий изучаемых средств информационных технологий, появлении новых пользовательских сред и систем программирования, неизвестных учителю.

Наличие объектной модели, представляющей содержание обучения какому-либо средству, позволит учителю более четко представить роль и значимость изменений, появившихся в новой версии, принять решение о необходимости внесения изменений в содержание обучения с учетом условий, в рамках которых процесс обучения реализуется.

Таксономия целей обучения Б. Блума определяет соотношения между категориями целей обучения (знание, понимание, применение, анализ, синтез) и соответствующими им диагностируемыми действиями ученика. В главе приводится интерпретация *диагностической* постановки целей по Б. Блуму в терминах объектного подхода, описывающая диагностируемые знания и действия обучаемых, приводимая в таблице 1.

Таблица 1

Категории целей	Диагностичная постановка целей в терминах объектной модели
1.Знание	1.Знание основных значимых функций и классов средства; роли основных классов в выполнении значимых функций средства.
2.Понимание	2.Возможность объяснения, с учетом значимых функций средства, структуры классов (состояния и поведения), связей между классами.
3.Применение	3.Использование понятий (значимых функций средства, основных классов), принципов работы средства (основанного на поведении основных классов и связях между классами) для решения с помощью средства конкретных задач по заданной модели.
4.Анализ	4. Представление поставленной для решения задачи в виде совокупности отдельных взаимосвязанных составляющих, выполняющих заданные значимые функции, на основе умения выделить части из целого, взаимосвязи, принципы организации целого, с учетом идеологии средства, сходства и различия составляющих средства.
5.Синтез	5. Описание поставленной для решения задачи в терминах изучаемого средства на основе умения комбинировать составляющие элементы с учетом идеологии средства, его значимых функций, назначения основных классов.

Воспроизводимость процесса отбора содержания, основанного на объектном подходе, определяется теоретически обоснованной и практически апробированной при разработке сложных программных систем *технологией объектно-ориентированного проектирования*. Таким образом, выявлены объективные предпосылки для использования объектного подхода как основы разработки *инновационной педагогической технологии* отбора, структурирования и представления содержания обучения средствам информационных технологий.

Проведенный в главе анализ привел к выводу о возможности и целесообразности использования объектно-ориентированного проектирования для структурирования содержания обучения средствам информационных технологий в условиях быстрых темпов их развития и, следовательно, к необходимости формирования концепции такого подхода, состоящей в разработке теоретического аппарата объектно-ориентированного проектирования содержания

обучения средствами информационных технологий и основанной на нем технологии, обеспечивающей представление содержания обучения в соответствии с современными дидактическими принципами и адекватно предметной области.

Во второй главе *«Методология объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий (теоретические основы)»* формулируются основные положения разработанной в исследовании *методологии объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий*.

В главе рассматриваются теоретические основы объектного проектирования; производится анализ существующих различий в подходах к формированию понятийного аппарата и аспектам практической реализации; выделяются этапы и элементы процесса объектного проектирования, составляющие основу *объектного проектирования содержания обучения* информационным технологиям, и приводится их интерпретация в приложении к рассматриваемой предметной области.

У. Дейкстра, Н. Вирт, Д. Грис и другие заложили основы теоретического подхода к проектированию и разработке программных систем, обосновывая технологию «структурного» подхода. В работах Г. Буча, Д. Рамбо, П. Коада и других сформулирована и теоретически обоснована концепция объектно-ориентированного анализа и проектирования; разработан понятийный аппарат и предложены подходы, позволяющие его эффективно использовать на практике.

Основополагающим понятием объектного проектирования является понятие *объекта*. Объект представляет собой опознаваемый предмет, единицу или *сущность* (абстрактную или реальную), имеющую четко определенное функциональное назначение в данной предметной области.

Проектирование *содержания обучения программной системе* основывается на уже выделенной совокупности взаимодействующих классов объектов - это классы, программно реализованные в системе. В этом случае основная задача - *объединить* выделенные классы объектов по схожему функциональному назначению с учетом специфики рассматриваемой предметной области и целей обучения.

Разработанная в данном исследовании концепция *объектного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий* основывается на подходах П. Коада, согласующихся с теоретическими положениями Г. Буча. Подход П. Коада является шагом в направлении *технологизации* процесса объектно-ориентированного проектирования, что представляет важным в аспекте данного исследования.

На основе анализа теоретического аппарата объектно-ориентированного проектирования и практики его применения в исследовании выявляются *принципы* объектно-ориентированного проектирования, создающие объективные

предпосылки для его использования в качестве инструмента структурирования и представления содержания обучения средствами информационных технологий:

Технологичность. Теоретики объектно-ориентированного подхода чаще характеризуют его как «методологию», а не «технологию» (впрочем, у Г. Буча этот термин тоже используется). Строго надо говорить о *чертах технологии*, присущей методологии объектного проектирования. Именно в этом смысле будем говорить о *технологичности* процесса объектного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий. Заметим, что *степень детерминированности* методологии объектно-ориентированного проектирования *повышается* при ее применении к проектированию содержания обучения средствами информационных технологий. В контексте данного исследования речь идет о *переструктурировании* уже готовой объектной модели (классы объектов и их взаимодействие уже реализованного программного средства), выражающемся в выделении *обобщенных значимых функций* и классов объектов системы, основанном на *реальных классах* и учитывающем *цели и условия обучения* выбранному средству.

Соответствие объектного подхода современным тенденциям в области разработки программных систем и средств. Объектно-ориентированное проектирование – современная технология, которая позволяет эффективно разрабатывать многофункциональные программные системы. При создании объектной модели программной среды разработчики идут от анализа целей функционирования создаваемой среды, специфики областей ее применения, возможностей используемых средств и т.д. При объектно-ориентированном проектировании содержания обучения средству информационных технологий необходимо реализовывать *обратный* процесс: по готовой системе (средствами адекватными природе системы) «восстановить», с некоторой степенью приближения, ее объектную модель с учетом специфики целей «воссоздания» – применения при проектировании процесса обучения.

Применение объектно-ориентированной модели для описания содержания обучения информатике позволяет определить связи между изучаемыми системами, выявить одинаковые составляющие и последовательность их изучения.

Открытость и гибкость модели. «Построение объектной модели проводится в соответствии с методологией открытых систем, включающей базовые понятия: переносимость, интероперабельность, масштабируемость, общедоступные спецификации, профиль, стандарты и др.» (В.И. Воробьев). Общеизвестна проблематика, связанная с внесением изменений, дополнением новых функций в работающее программное обеспечение. Наличие объектной модели, детально и однозначно отражающей логическую и физическую структуру средства, позволяют упростить проблему, уменьшить вероятность того,

что после внесения изменения снизится «надежность» работы программного средства.

Аналогично, наличие объектной модели, представляющей содержание обучения какому-либо средству, позволяет выявить: идеологию средства, определить составляющие, связанные со значимыми функциями средства, структуру этих составляющих и связи между ними; «динамику» развития средства, определяемую появлением новых версий; отношения между средствами со схожими значимыми функциями. Таким образом, наличие объектной модели содержания обучения средству информационных технологий позволит учителю быстрее и адекватнее адаптироваться к изменениям предметной области, что, несомненно, будет способствовать повышению эффективности и качества обучения.

Естественность объектно-ориентированного подхода. Объектно-ориентированный подход позволяет построить естественную, понятную модель, достаточно устойчивую по отношению к изменениям, находящимся в рамках определенных значимых функций системы (изменение функций отдельных составляющих, добавление новых составляющих и т.д.).

Проектирование содержания обучения, основанное на объектно-ориентированном подходе, позволяет обеспечить выполнение требований *дидактических принципов* к содержанию обучения, сформулированных в исследованиях по теории и методике обучения информатике.

В частности, требование принципа *научности* обеспечивается соответствием содержания обучения понятиям предметной области информатики, а также применением одного из ключевых общенаучных и научно-технических методов познания информатики – моделирования. Требование *обобщенности* научных знаний, отраженных в содержании, обеспечивается самой сутью методологии объектного проектирования, центральными составляющими которой являются абстрагирование и упорядочивание полученных абстракций. Применение объектного подхода позволяет корректировать *полноту знаний и умений*, представленных в содержании, в соответствии с целями обучения. Требования *логической строгости* и *непротиворечивости* знаний, отраженных в содержании, обеспечиваются применением теоретически обоснованных и практически апробированных методов объектного проектирования. Методология объектного проектирования предоставляет *однозначную и доступную форму представления* знаний, обеспечивает *структурирование* содержания с выделением понятий, связей между ними, многоуровневой системы задач.

Методология объектного проектирования содержания обучения средствам информационных технологий позволяет реализовать принципы сравнительно новые для теории и методики обучения, но активно используемые на современном этапе как в исследованиях по теории и методике обучения раз-

личным учебным дисциплинам, так и в практике учебной деятельности. Это принципы *технологичности, модульности и вариативности* (Н.Л. Стефанова).

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о *возможности и целесообразности* использования объектно-ориентированного проектирования как инструмента проектирования содержания обучения средствами информационных технологий.

Анализ теоретических основных объектно-ориентированного подхода и совокупность выделенных принципов позволили разработать *понятийный аппарат* объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий, определяющий основные понятия.

Объектно-ориентированное проектирование содержания обучения средствами информационных технологий - методология, соответствующая принципам объектно-ориентированного проектирования, предметной областью которой является *содержание обучения* средствами информационных технологий, и учитывающая специфику рассматриваемой предметной области.

Объектной моделью содержания обучения средствами информационных технологий назовем модель, обладающую следующими свойствами:

- модель построена на основе *методологии объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий*, отвечает основным требованиям, предъявляемым к объектным моделям (абстрагирование; инкапсуляция; модульность; иерархия) и предназначена для представления логической структуры содержания обучения средствами информационных технологий;

- модель представляет совокупность взаимодействующих и взаимосвязанных классов, каждый из которых соответствует *элементу содержания обучения* средствами информационных технологий;

- каждый класс модели является либо *элементарным*, свойства и поведение которого определяются через уже известные (вне модели) обучаемым понятия, либо *неэлементарным*, свойства и поведение которого определяются через свойства и поведение по крайней мере одного элементарного класса модели;

- каждый класс имеет *прообраз* в виде одного или совокупности классов изучаемого программного средства;

- каждый класс имеет конечное множество *атрибутов*, описывающих свойства класса и конечное множество *методов*, описывающих поведение класса;

- каждый класс может *находиться в отношении* с одним или несколькими классами; отношения могут быть четырех *типов*: ассоциация, наследование, агрегация и использование;

- модель представляется в виде совокупности диаграмм и таблиц, отражающих логическую структуру содержания обучения в различных ракурсах. Графическое представление модели основывается на специальной системе обозначений.

Этапы процесса *объектно-ориентированного проектирования содержания обучения* средствами информационных технологий представлен на рисунке 1.

В исследовании *конкретизированы* с учетом специфики предметной области моделирования (содержание обучения средствами информационных технологий) средства представления *результатов объектно-ориентированного проектирования*: система обозначений для представления диаграмм классов и объектов; таблицы областей компетенции и отношений для представления классов и их отношений; система обозначений для представления сценариев взаимодействия.

Отметим основное *различие* между *целью и содержанием* процесса проектирования объектных моделей, на основе которых происходит *разработка программных средств*, и проектирования объектных моделей *содержания обу-*

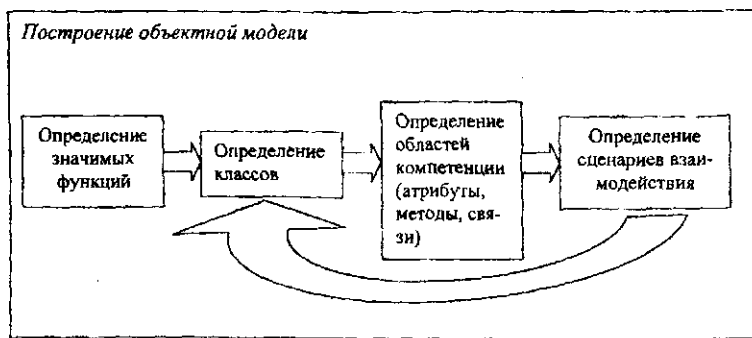


Рис. 1

чения средствами информационных технологий. Во втором случае, прообраз объектной модели содержания обучения (значимые функции средства, классы и их взаимодействие) известен, требуется отобрать из множества значимых функций те, которые предполагается изучать с учетом заданных условий обучения. Выделение значимых классов и установление отношений между ними основывается на выделенных функциях, реальных классах средства и разработанных в исследовании стратегиях.

Основой *методологии* объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий служат разрабо-

танные: *понятийный аппарат* и собственно процесс *проектирования* с описанием его этапов, основанные на теоретически обоснованном аппарате объектно-ориентированного проектирования и выделенных в исследовании принципах, обеспечивающих объективные предпосылки для эффективного использования объектного подхода в качестве инструмента структурирования содержания обучения средствами информационных технологий.

Технология объектно-ориентированного проектирования содержания обучения основывается на указанной методологии и использует разработанные системы *стратегий*, обеспечивающие выполнение этапов проектирования с учетом специфики предметной области (обучение средствами информационных технологий), и системы *обозначений* для однозначного представления объектной модели, представляющей логическую структуру содержания обучения.

Ключевая составляющая технологии объектно-ориентированного проектирования – *система стратегий*. Перенос идеологии и методологии объектно-ориентированного проектирования в область проектирования учебного процесса предполагает в качестве основополагающих следующие стратегии:

Формулировка основной цели. Формулируется *основное назначение* изучаемого средства и определяется *начальный уровень* знаний и умений обучающихся и *уровень* знаний и умений, который предполагается *достигнуть* за рассматриваемый период обучения.

Выявление критических для системы факторов, поиск подходов для их устранения. Перечисленные ниже специфические черты информационных технологий как научного направления и учебного предмета являются *источником проблем*, затрудняющих достижение поставленных целей обучения:

1) *разнообразие* возможностей любого средства современных информационных технологий. Этот фактор определяет необходимость постоянного профессионального роста преподавательских кадров, что не всегда просто реализовать не только в условиях нашей страны. Исследования зарубежных коллег, показывают, что эта проблема актуальна и для них;

2) специфика средств информационных технологий, как инструмента познания окружающего мира, ориентированного на *широкий круг потребителей* (членов информационного общества) для решения самых разнообразных практических, реальных задач, требует для достижения целей обучения *наличия у обучающихся практического опыта* применения соответствующего (или аналогичных) средства;

3) широкая *дифференциация* внутри групп обучаемых как по уровню подготовки в области информационных технологий, так и по *интересам, способностям, мотивации* к обучению;

Определение значимых классов, связей, событий. Выделение значимых классов при построении модели содержания обучения должно основываться на

выделенных значимых функциях и на иерархии реальных классов, связей, событий. Каждый выделенный класс, связь, событие в модели содержания обучения должны иметь в качестве прообраза один или несколько соответствующих элементов средства. Далее, возможно две стратегии:

1) выбирается один класс, связь, или событие, реализующие некоторый, наиболее существенный, аспект выбранной функции, и включается в модель содержания;

2) свойства и поведение заданной совокупности классов, связей или событий обобщаются, синтезируются, и формируется новый, обобщенный класс, обобщенная связь или обобщенное событие для модели содержания.

Все вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что на основе методологии объектно-ориентированного проектирования теоретически обоснована и разработана технология объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствам информационных технологий.

В третьей главе «Применение объектно-ориентированного проектирования содержания обучения информационным технологиям» рассматривается применение разработанной технологии объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствам информационных технологий на примерах различных современных средств.

1). Разработанная технология применяется в исследовании для проектирования объектной модели содержания обучения электронным таблицам (на примере MS Excel) -пользовательский аспект. Назначение системы: автоматизация расчетов на основе модели «электронной таблицы».

Значимые функции среды: разработка и форматирование таблиц, автоматизация расчетов с использованием формул и функций, сортировка данных, построение диаграмм для наглядного отображения расчетов, построение сводных и параметрических таблиц, поддержка простейших баз данных, обеспечение обмена данными с другими приложениями MS Windows.

В соответствии с разработанной технологией выделяются значимые функций, предлагаемые к изучению: разработка и форматирование таблиц, автоматизация расчетов с использованием формул и функций.

В соответствии со стратегиями выделения значимых классов (§ 2.4) определяются следующие классы модели: «Таблица» – контейнер классов «Фрагмент»; абстрактный класс «Фрагмент» – обобщение трех классов объектов: «Строка», «Столбец», «Интервал», каждый из которых как контейнер содержит набор объектов класса «Ячейка». Значимое для ячейки событие – изменение содержимого ячейки. По стратегии «связь значимых событий и значимых объектов» – определяется новый класс «Выражение». Выражение представляется следующими классами объектов: «Константа», «Формула» и «Функция». Существенное свойство электронных таблиц – разделение ячеек на независимые и зависимые. Зависимые ячейки содержат формулы или

функции (с адресами ячеек), значения которых автоматически пересчитываются при изменении значений в зависящих от них ячейках. Для реализации функции автоматического пересчета формул и функций создается класс объектов – «Адрес».

В соответствии со стратегиями выявляются области компетенции классов объектов, представляемые в виде *таблицы областей компетенции*, фрагмент которой представлен в таблице 2.

Таблица 2

Класс	Что я знаю	Кого я знаю?	Что я делаю?
Таблица	Имя	Фрагменты	Выполняю операции для таблицы
Фрагмент	Адрес. Признак выделения	Составляющие классы объектов: интервалы, строки, столбцы. Таблицу, которой принадлежу	Выполняю операции для фрагмента
Интервал	Адрес (адрес ячейки 1, адрес ячейки 2)	Составляющие ячейки. Таблицу, которой принадлежу	Выполняю операции для интервала
Строка	Адрес(свой номер)	Составляющие ячейки. Таблицу, которой принадлежу	Выполняю операции для строки
Столбец	Адрес(свое имя)	Составляющие ячейки Таблицу, которой принадлежу	Выполняю операции для столбца
Ячейка	Адрес (имя столбца, номер строки). Признак выделения. Содержимое	Формат. Выражение, которое содержу. Столбец и строку, которым принадлежу	Выполняю операции для ячейки
Формат	Признаки формата.	Ячейку, с которой связан	Изменяю признаки формата ячейки

Выделенные классы связываются следующими отношениями:

«Таблица» [n] ← [1] «Фрагмент» – («Интервал», «Строка», «Столбец»);
 «Интервал» [n] ← [m] «Ячейка»; «Строка» [nrows] ← [1] «Ячейка»;
 «Столбец» [ncols] ← [1] «Ячейка»; «Ячейка» [1] – [1] «Формат»;
 «Ячейка» [1] – [1] «Выражение» и т.д., представляемыми в виде *таблицы отношений*.

Очередной шаг построения объектной модели содержания обучения – описание сценариев взаимодействия.

Класс объектов «Таблица» выполняет функции двух групп: над таблицей в целом и над фрагментами таблицы. Первую группу функций класс «Таблица» выполняет сам, а вторую (по соответствующей стратегии) - передает наследникам («Интервал», «Строка», «Столбец»). Опишем сценарий взаимодействия классов объектов при выполнении операции «Удалить» (аналогично описываются другие операции этой группы).

Для выполнения операции вызывается метод Таблица.Удалить(адрес;), который в зависимости от типа заданного фрагмента вызывает методы Интервал.Удалить, Строка.Удалить или Столбец.Удалить. Описание выбора типа фрагмента реализуется с помощью управляющей структуры IF ELSE IF [IF] ENDIF. Сценарий взаимодействия этих объектов описан в таблице 3.

Таблица 3

Таблица	Интервал	Строка	Столбец	
Удалить	Удалить	Удалить	Удалить	
Удалить				Таблица.Удалить (адрес;)
IF				//если задан интервал
	→ Удалить			Интервал.Удалить
ELSE IF				//если задана строка
	→	→ Удалить		Строка.Удалить
ELSE				
	→	→	→ Удалить	Столбец.Удалить
ENDIF				

Рассмотрим еще один пример, иллюстрирующий передачу функций от класса – предка классам наследникам. Операции по изменению формата фрагментов таблицы должен по соответствующей стратегии взять на себя тот элемент коллекции, который эту функцию выполнить может. Это объект «Ячейка». Класс «Таблица» обращается к соответствующему методу фрагмента заданного типа, который в свою очередь вызывает соответствующий метод для всех своих ячеек. Вызов метода для всех ячеек реализуется с помощью управляющей структуры DO ENDDO.

Необходимо заметить, что появление новых версий среды не требует существенных, идеологических преобразований содержания обучения. Новые возможности среды, связанные с появлением новых версий, естественно вписываются в рассмотренную структуру, т.к. основываются:

- на введении новых методов и атрибутов существующих классов;
- на введении новых классов, являющихся одним из типов существующего абстрактного класса;
- на введении новых классов, связанных определенными отношениями с существующими классами и т.д.

2). Разработанная технология применяется в исследовании для проектирования объектной модели содержания обучения *системам управления базами данных* (на примере MS Access) - *пользовательский* аспект. В соответствии с разработанной технологией на первом шаге выделяются *значимые функции* среды, предлагаемые к изучению: создание и редактирование структур и данных таблиц; отображение и редактирование данных с помощью форм, в том числе нескольких таблиц с помощью многотабличных форм; отбор с помощью аппарата запросов данных, удовлетворяющих заданным критериям; получение выходных форм и отчетов, позволяющих представлять информацию в различном виде, соединять данные из различных таблиц, автоматически подсчитывать итоговые значения: суммы, количества и т.д.; обеспечение обмена данными с другими приложениями операционной среды.

На основе разработанной системы стратегий выделяется множество *основных классов*, обеспечивающих выполнение значимых функций: «Источник записей», «Таблица», «Запрос», «Форма», «Отчет», «Поле как элемент таблицы», «Значение поля», «Элемент управления формы/отчета», «Надпись», «Поле как элемент управления», «Флажок/Выключатель/Переключатель», «Кнопка», «Графический объект», «Подчиненная форма/отчет», «Макрос».

Далее, на основе анализа «ролей» классов, структуры и связей их преобразов (реальных классов среды MS Access), строятся *таблица областей компетенции* и *таблица отношений*. На рисунке 2 представлен фрагмент разработанной *диаграммы классов*.

3). Разработанная технология применяется в исследовании для проектирования объектной модели содержания обучения *элементам программирования* в среде Delphi. Основные отличия данной модели заключаются в следующем:

- модель предназначена для проектирования содержания обучения *элементам программирования*, в то время как ранее рассмотренные модели предназначались для проектирования содержания обучения в объеме знаний и умений на уровне *пользователя*;

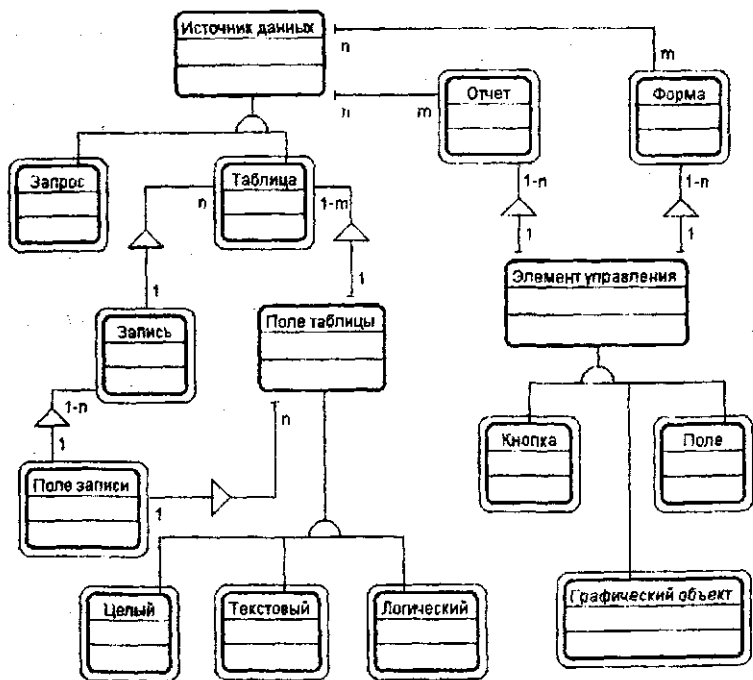


Рис. 2

- объектно-ориентированная среда визуального программирования Delphi основывается на *нескольких* средствах (язык Object Pascal, СУБД DBASE, Paradox и др.) и технологиях (однопользовательские приложения, многопользовательские приложения в технологиях файл-сервер и клиент-сервер);

- среда содержит *огромное* количество *иерархически связанных* классов объектов, предназначенных для реализации функции среды.

В соответствии с разработанной технологией на первом шаге из множества значимых функций средства выделяется одна *значимая функция*, предлагаемая к изучению - создание однопользовательского приложения, обеспечивающего работу с базой данных. Далее в исследовании разрабатывается объектная модель содержания обучения работе в среде Delphi на уровне знания основных необходимых компонентов и умения создавать простейшие приложения указанного типа.

Предполагается, что обучаемый имеет представление об основах объектно-ориентированного программирования и принципах построения реляционных баз данных. Уточним содержание значимой функции: *доступ к*

таблицам БД для получения данных; отображение данных через визуальные компоненты форм; получение, интерпретация и выполнение инструкций пользователя по обработке данных; изменение данных в таблицах БД.

Определим в соответствии со значимыми функциями первичные классы объектов: «Приложение»; абстрактные классы «Модуль», «Визуальный компонент» и «Невизуальный компонент». Все операции, реализующие значимые функции, выполняются формой или модулем данных с помощью содержащихся в них визуальных или невизуальных компонентов.

В исследовании, согласно технологии разработаны *таблица областей компетенций и таблица отношений*.

Модель, построенная на основе разработанной технологии объектно-ориентированного проектирования содержания обучения:

- соответствует идеологии среды Delphi (каждый класс модели, его атрибуты, методы, отношения) соответствует классу или группе классов Delphi, объединенных выполняемой значимой функцией;
- позволила выделить из многообразия классов Delphi *подмножество*, которое обеспечивает реализацию *основных функций* однопользовательского приложения для работы с БД.

Т.о. предложенная модель выявляет структуру содержания обучения созданию в среде Delphi приложений БД при заданных условиях обучения (начальном уровне обучаемых, целях обучения).

4). Эффективная работа в современных информационных средах невозможна без практического умения представлять поставленную задачу на языке той среды, в рамках которой ищется решение.

Технология формирования такого рода умений должна основываться на структурированной по сложности системе задач, включающей основные типы задач, решаемых современными информационными средствами. *Объектное проектирование* по своей природе и основополагающей роли в современном программировании является тем *аппаратом* информатики, который естественно использовать при построении такой системы задач.

Суть объектных моделей позволяет их эффективно использовать как инструментарий для построения *многоуровневой системы заданий различной сложности*, предназначенных для реализации в современных наиболее широко используемых объектно-ориентированных средах: электронных таблицах и базах данных.

1. Простейшая модель, реализуемая в рассматриваемых средствах, описывается моделью с двумя классами А и В, соединенных связью «контейнер-элемент». Каждый объект класса А состоит из n объектов класса В: $A [n] \leftarrow [1] B$. В случае базы данных модель реализуется в виде одной таблицы, состоящей из n строк. Очевидно, более детальный подход (учет второго и

третьего параметров сложности) позволит произвести дальнейшую классификацию уровней сложности.

2. Следующий уровень сложности - реализация двух связей между объектами трех классов. 1) каждый объект класса А состоит из n объектов класса В (связь «контейнер-элемент»): $A [n] \leftarrow [1] B$; 2) каждый объект класса С состоит из m объектов класса D (связь «контейнер-элемент»): $C [m] \leftarrow [1] D$; 3) каждый объект класса В связан с p объектами класса D и каждый объект класса D связан с q объектами класса В: $B [p] \leftarrow [q] D$. Реализация модели основывается на двух связанных таблицах.

3. Очередной уровень сложности – реализация двух вложенных связей типа «контейнер-элемент» между классами объектов А, В, С: типа А $A [n] \leftarrow [1] B$; $B [m] \leftarrow [1] C$; связи типа «контейнер-элемент» между классами D, E: $D [k] \leftarrow [1] E$ и связи $C [p] \leftarrow [q] E$. Реализация данной модели в среде электронных таблиц довольно затруднительна, по причине «двухмерности» электронных таблиц. В случае базы данных модель реализуется в виде связи между двумя таблицами типа один-ко-многим.

Рассмотренные типы моделей входят как составные части практически во все промышленно-эксплуатируемые системы.

Применение разработанной технологии объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствам информационных технологий к различным современным позволяет сделать вывод о возможности и целесообразности этого подхода при обучении средствам информационных технологий.

В четвертой главе «Практика использования объектных моделей средств информационных технологий в процессе обучения» описывается опытно-экспериментальная работа по использованию разработанной технологии при обучении средствам информационных технологий различных категорий обучаемых.

Опытно-экспериментальная работа проводилась по двум направлениям. В рамках первого направления *технология объектно-ориентированного проектирования содержания обучения* средствам информационных технологий использовалась автором при разработке и внедрении в учебный процесс педагогического вуза ряда курсов по информационным технологиям: в период с 1994 по 2000 гг. автором внедрены в учебный процесс РГПУ им. А.И. Герцена ряд курсов по различным средствам информационных технологий (MS Word, MS Excel, MS Access, СУБД PARADOX, среда Delphi и др.).

В рамках второго направления технология использовалась при разработке, внедрении и сопровождении автоматизированных информационных систем, связанных с организацией и управлением процесса обучения в вузе.

В рамках курсов обучения студентов педагогических вузов были поставлены *цели* обучения, имеющие в виду сформировать у обучаемых:

1. представление об *идеологии* средства и основных его *составляющих*, их характеристиках и взаимосвязях, обеспечивающих выполнение выбранных значимых функций средства;

2. *практические* навыки работы с *составляющими* (классами) средства;

3. представление о способах решения с помощью средства задач из различных предметных областей и практические навыки описания решения поставленных задач на *языке* данного средства;

4. навыки *самостоятельного* освоения дополнительных возможностей средства для решения широкого круга задач.

Первую цель можно отнести к *пониманию*, как категории учебных целей (см. § 1.4), вторую к *применению*, а третью и четвертую к категориям *анализа* и *синтеза*, характеризующим наиболее высокую степень усвоения.

Каждый курс состоит из двух составляющих: лекционной (теоретической) части и системы практических заданий для выполнения в изучаемом средстве. Первая часть в соответствии с технологией объектно-ориентированного проектирования содержания обучения основывается на представленных в главе 3 исследования *объектных моделях содержания обучения*: рассматриваются выделенные классы, их атрибуты и методы, «роли», связи между классами.

Вторая часть содержит два цикла заданий, различающихся по поставленным учебным целям. Каждый цикл состоит из нескольких групп заданий. Каждая группа имеет в виду формирование определенного уровня знаний и умений: группа с большим номером в рамках цикла имеет больший уровень сложности, определяемый либо новыми классами, либо новыми функциями, либо усложненной постановкой задачи.

Сложность заданий оценивается по методике, предложенной в § 3.4 исследования, основанной на сложности объектной модели, представляющей структуру решаемой задачи, и представленных там же основных типах моделей.

Первый цикл заданий, в дальнейшем *Цикл 1*, предназначен для решения второй и, частично, третьей и четвертой целей обучения.

При выполнении заданий *Цикла 1* осуществляется *пошаговое управление процессом обучения*: каждое задание содержит описание совокупности шагов, приводящих к решению задачи. На каждом шаге указывается, что требуется сделать и, в сложных случаях и на первоначальном этапе, как это сделать. Таким образом, обеспечивается требование «представления изучаемого содержания в виде системы познавательных и *практических задач*, ориентировоч-

ной основы и способов их решения», одно из важнейших, по мнению В.А. Сластенина, условий технологического уровня реализации обучения.

Наличие нескольких заданий в группах *Цикла 1* и расчленение процесса решения задачи на шаги с указаниями к выполнению обеспечивает возможность дифференцированного обучения, предоставляет обучаемому право выбора индивидуального маршрута.

Задания *Цикла 1* подготавливают обучаемых к выполнению заданий *Цикла 2*. Принципиальное отличие данного цикла заданий от предыдущего заключается в *отсутствии пошагового структурирования* решений. Только некоторые, наиболее сложные, задания содержат указания к решению.

Цикл 2 имеет двойную цель: предназначен для проверки усвоения навыков, формируемых предыдущим циклом, и для достижения третьей и четвертой целей обучения, относящихся к категориям *анализа* и *синтеза*.

На основе технологии объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий автором разработаны и внедрены различные учебные курсы:

- «Практическая работа в среде MS Word», «Практическая работа в среде MS Excel», «Практическая работа в среде MS Access», в рамках курса «Современные информационные технологии» и различных спецкурсов для студентов 1-4 курсов факультета математики РГПУ им. А.И. Герцена (1997-2000 гг.);

- «Объектно-ориентированное проектирование и программирование» в рамках курса «Алгоритмизация и основы программирования» для студентов 2-3 курсов факультета математики РГПУ им. А.И. Герцена (специальность бакалавр информатики) и в рамках курса «Языки и методы программирования» для студентов 1 курса факультета математики (1998-2000 гг.);

- курсы, связанные с практическим применением сред MS Word, MS Excel, MS Access в профессиональной деятельности, для слушателей курсов повышения квалификации, в том числе учителей информатики (1996-1999 гг.);

- курсы, связанные с обучением языкам программирования (Pascal, Delphi) и пользовательским средам для школьников старших классов (1996-1999 гг.).

Кроме того, под руководством автора, на основе разработанной технологии объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий, были разработаны и апробированы в рамках аспирантских и дипломных исследований курсы, связанные с обучением школьников старших классов современным средствам информационных технологий («Объектно-ориентированное программирование», «Программирование в среде Delphi»), обучение средам MS Word, MS Excel, MS Access в ряде школ С.-Петербурга).

Для нескольких групп обучаемых по алгоритму сводных показателей Н.В. Ховацова проведены расчеты, характеризующие «степень» достижения обучаемыми поставленных целей.

Численные оценки результатов, приведенные в исследовании, показывают, что полученные значения сводных показателей для заданий *Цикла 1* и *Цикла 2* близки (разница меньше 0,06). Сводный показатель для заданий *Цикла 1* для каждого обучаемого характеризует качество выполнения им заданий этого цикла имея в виду количество выполненных заданий, с учетом важности групп, и степени самостоятельности. Пошаговая структурированность заданий цикла обеспечивает управление обучением для достижения поставленных целей. В то же время, обучаемым предоставляется некоторая свобода в выборе маршрута обучения и степени самостоятельности. Задания *Цикла 1* предназначены для подготовки обучаемых к выполнению заданий *Цикла 2*, соответствующих более высоким категориям целей обучения (*анализ и синтез*). Близость сводных показателей для двух циклов заданий свидетельствует о том, что задания *Цикла 1* выполняют свою роль: качество выполнения заданий *Цикла 1* определяет качество выполнения заданий *Цикла 2*.

Кроме этого, усреднение сводных оценок по выполнению задания *Цикла 2* показывает, что 75 % обучаемых (с нормированным показателем качества 0,7-1,0) достигает целей обучения с хорошими и отличными показателями.

Учебные пособия и учебно-методические материалы, разработанные автором на основе технологии объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий, широко используются преподавателями кафедры информатики РГПУ им. А. И. Герцена, учителями информатики различных школ, студентами при самостоятельном обучении, специалистами различных предметных областей, использующих средства современных информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

Результаты опытно-экспериментальной оценки результатов обучения подтверждают вывод о целесообразности использования разработанной технологии объектно-ориентированного проектирования содержания при обучении средствами информационных технологий.

В последнем параграфе четвертой главы описывается практика применения технологии объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий при разработке, внедрении и сопровождении ряда информационных систем, автоматизирующих деятельность подразделений вуза, связанных с организацией и управлением учебного процесса.

Технология объектно-ориентированного проектирования содержания обучения средствами информационных технологий применялась автором в течение 1995-2000 гг. в процессе разработки, внедрения и сопровождения ряда

автоматизированных информационных систем для подразделений вуза, связанных с организацией и управлением учебным процессом: «Учебная часть», «Деканат», «Аспирантура», «Платное обучение», «Отдел кадров (студенты)», «Отдел по работе с общежитиями» и других. Некоторые системы внедрены в соответствующих подразделениях РГПУ им. А. И. Герцена, некоторые находятся в стадии разработки.

При этом, в процессе постановки задачи на этапах согласования и уточнения спецификаций заказчику представлялись упрощенные *объектные модели системы*, построенные на основе разработанной автором *технологии объектно-ориентированного проектирования содержания обучения* средств информационных технологий. Практика разработки, внедрения и сопровождения систем показала, что применение данной технологии ускоряет процесс постановки задачи, способствует более полному соответствию системы спецификациям заказчика. Все указанные системы эффективно эксплуатируются.

Диаграммы классов, описывающие основные классы объектов, участвующих в реализации значимых функций системы, и их взаимосвязи, а также *диаграммы объектов*, описывающие взаимодействие классов объектов, обеспечивают формирование у специалистов предметной области представления об общей идеологии разрабатываемой системы.

Общность значимых функций систем – организация и управление процессом обучения позволяет выделить следующие структурные составляющие всех систем: *Модуль запросов для анализа и принятия решений; Модуль формирования документов; Система управления данными; Модуль обмена данными с внешними информационными системами.*

Основное назначение системы информационной системы «Деканат» – повысить обоснованность и оперативность принятия управленческих решений в рамках функций деканата. Значимые функции системы «Деканат (студенты)» состоят из: формирования данных о контингенте студентов; управление процессом «движения» контингента студентов и начисления стипендий; формирования справочной информации; обеспечения связи с другими подразделениями вуза: учебным управлением, студенческим отделом кадров, стипендиальным отделом, отделом по работе с общежитиями и т.д.; отслеживание процесса оплаты.

Функции организации и управления процессом обучения осуществляются деканатом на основе нормативной документации и информации о контингенте студентов и структуре процесса обучения, представленного в учебных планах по специальностям.

При построении модели информационной систем существенным является «выявление критических для системы факторов». К основным классам модели относятся: класс «Контингент», представляющий собой абстрактный

класс с наследниками в виде класса объектов «Студенты» и абстрактного класса «Архив». Классу «Архив» наследуют классы объектов «Отчисленные» и «Выпущенные». «Роль» данных классов – представить информацию о контингенте учащихся с учетом их различного статуса. Информация о конкретных учащихся представляется в зависимости от их статусов в представителях классов объектов: «Студент», «Отчисленный», «Выпущенный».

На рисунке 3 изображена диаграмма классов, описывающая составляющие классы объектов информационной системы «Деканат».

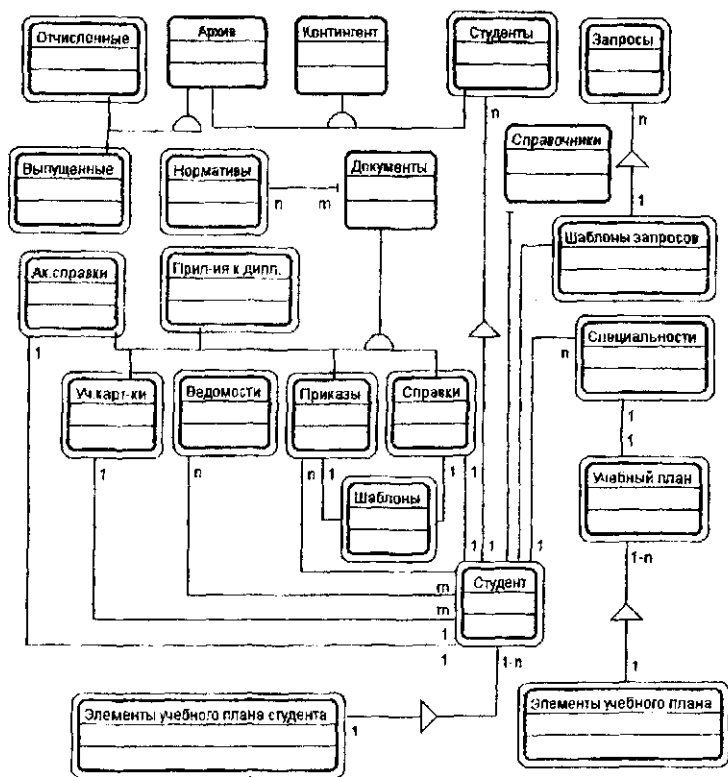


Рис. 3

Под руководством автора в течение 1995-2000 гг. было разработано более 10 автоматизированных информационных систем, которые эффективно эксплуатируются (акты о внедрении приводятся в приложениях). Практика показала, что использование упрощенных объектных моделей в процессе постановки задачи, согласования технического задания с заказчиком, обучения

персонала ускоряет процесс разработки системы, способствует более полному соответствию системы спецификациям заказчика.

Заключение

В работе получены следующие основные результаты:

1. Теоретически обоснована *возможность и целесообразность* использования методов объектно-ориентированного проектирования как средств описания содержания обучения средствам ИТ.

2. Разработаны и обоснованы *теоретические основы* объектно-ориентированного проектирования содержания обучения.

3. На основе теоретического аппарата разработана *технология объектного проектирования содержания обучения средствам ИТ*, обеспечивающая возможность гибкой адаптации процесса обучения в условиях интенсификации информационных процессов, диагностичной постановки целей обучения (с учетом личностных особенностей обучаемых), гарантированно достижимых при заданных условиях обучения. На базе разработанной в диссертации технологии построены *объектные модели содержания обучения* различным средствам информационных технологий.

4. На базе разработанной в диссертации технологии построены *объектные модели многоуровневых систем задач* для курсов обучения средствам ИТ.

5. На основе построенных моделей *разработаны и внедрены* в процесс обучения соответствующие *учебные курсы* (в том числе гипертекстовые), разработаны учебные пособия.

6. Применение разработанной технологии в процессе *внедрения и сопровождения* автоматизированных систем управления, как средств ИТ, показало ее эффективность.

Совокупность полученных в диссертационном исследовании результатов позволяет утверждать, что сформулированы и обоснованы научные положения, совокупность которых квалифицируется как новое научное направление в области обучения информатике, определяемое разработанным теоретическим аппаратом и его практической апробацией в процессе обучения.

4. Работы, опубликованные по теме диссертации

Монографии и учебные пособия

1. Объектно-ориентированное проектирование при обучении современным информационным технологиям: Монография. – СПб.: Образование, 2000. – 104 с.

2. Практическое использование среды MS Excel в профессиональной деятельности: Учебн. пос. – СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 1999. – 93 с. (в соавт., авт. 70 с.)

3. Практическое использование сред MS Windows и MS Word в профессиональной деятельности: Учебн. пос. – СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 1999. – 168 с. (в соавт., авт. 90 с.)

4. Информатика и вычислительная техника. Алгоритмизация и основы программирования: Учебное пособие. – СПб.: ЛГОУ, 1997. – 132 с. (в соавт., авт. 60 с.).

5. Изучение объектно-ориентированных систем реляционных баз данных в курсе информатики педвуза // Информационные технологии в системе непрерывного педагогического образования (Проблемы методологии и теории): Монография. – СПб.: Образование, 1996. – С. 187-192

Статьи

1. Классификация по уровням сложности практических заданий по информатике, предназначенных для реализации в объектно-ориентированных средах // Информатика – исследования и инновации: Межвузовский сб. научн. тр. Вып.3. – СПб.: РГПУ, 1999. – С.85-90

2. Методика формирования практических навыков работы в среде MS Excel // Образовательные технологии: Межвузовский сб. научн. тр. – Воронеж, 1997. – С.9-11

3. Объектно-ориентированный подход к построению модели содержания обучения информатике // Информатика – исследования и инновации: Межвузовский сб. научн.тр. – СПб., 1998-С.54-60

4. Методика применения формальных методов в преподавании информатики // Изучение отдельных тем школьного курса математики при использовании компьютера. – СПб.: Образование, 1993. – С. 13-20

5. Возможности формирования компьютерной грамотности при изучении математики в восьмилетней школе // Формирование элементов компьютерной грамотности при изучении математики в средней школе и ПТУ. Методические рекомендации – Л.: ЛГПИ, 1987. С.3-9 (в соавт., авт. 4 с.)

6. Формализованное описание учебного материала по математике для реализации компьютерных обучающих программ // Использование компьютера при обучении математики в средней школе. Методические рекомендации для студентов 4-5 курса факультета математики СПб.: Образование, 1992.- С.3-9

7. WEB-редакторы как инструментарий НИТО для эффективного представления учебно-методических материалов // Информатика – исследования и инновации: Межвузовский сб. научн.тр. – СПб., 1998-С.61-66 (в соавт., авт. 3 с.)

8. Объектно-ориентированные среды как средство обучения теоретическим понятиям информатики // Информатика-исследования и инновации. Вып.3. – СПб.: РГПУ, 1999. - С.91-94 (в соавт., авт. 2 с.)
9. Компьютерное обучение геометрии в школе // Наука и школа. – 1999. - №4.- С.46-50 (в соавт., авт. 2 с.)
10. Применение среды MS Excel при обучении решению задач линейного программирования. // Теоретические и методические проблемы подготовки учителя в системе непрерывного образования (математика, информатика): Межвузовский сб. научн. тр.- Мурманск: МГПИ, 1997. - С.10-16
11. Методы объектного проектирования как средство построения модели обучения информатике // Информационные технологии XXI в. Сборник сообщений Санкт-Петербургской конференции, посвященной 275-летию Российской Академии наук. СПб.:РАН, 1999г. – С.7-11 (в соавт., авт. 4 с.)
12. Принципы построения инструментальных педагогических проблемно-ориентированных сред // Сб. Известия ГЭТУ- СПб.:СПбГЭТУ, 1993 – С.3-6 (в соавт., авт. 1,5)
13. Программа цикла "Информатика и вычислительная техника" – СПб: Образование, 1994. - 5 с. (в соавт., авт. 1 с.)
14. Модульный подход при обучении работе с СУБД MS Access // Прикладная математика и информатика - СПб: РГПУ, 1998.- С.6-8

Методические рекомендации, тезисы

1. Принцип блоков при конструировании содержания компьютерных уроков по математике в средней школе // Методические рекомендации по использованию вычислительной техники при изучении математики и основ информатики -Л.: ЛГПИ, 1989. – С.4-9
2. Дидактические возможности персональных компьютеров и методические условия реализации их при обучении математике // Методические рекомендации для студентов 3-4 курсов математического факультета -Л.: ЛГПИ, 1989. – С. 4-9 (в соавт., авт. 5 с.)
3. Язык Ассемблер Z-80 для персональных компьютеров: Методические указания – СПб.: СПбТИ ЦБП, 1992. - 24 с. (в соавт., авт. 10 с.)
4. О содержании курса информатики в педвузах // Современные проблемы преподавания математики. Тезисы докл. на межвузовской конф. – СПб.: РГПУ, 1993 –С. 42
5. Методика применения формальных методов в преподавании информатики // Изучение отдельных тем школьного курса математики при использовании компьютера. Методические рекомендации – СПб.: РГПУ, 1993.- С.13-20
6. Особенности преподавания теоретических основ информатики в условиях высшего педагогического образования // Материалы междуна-

ной конф. "Подготовка преподавателя математики и информатики для высшей и средней школы" - М.: МПГУ, 1994г. - С.56-57

7. Элементы теоретических основ информатики в курсе "Алгоритмизация и программирование // Преподавание математики в школе и в вузе: проблемы и перспективы. – СПб.: РГПУ, 1994, С.37

8. Автоматизированное рабочее место "Учебная часть": структура и функции // Материалы межвузовской научно-практической конф "Актуальные проблемы информатизации в образовании" –СПб: ЛТА,1995. – С.60-62 (в соавт., авт.1)

9. Дидактико-ориентированный учебный план как подсистема информатизации педагогического вуза // Материалы Всероссийской научной конф. "Актуальные проблемы непрерывного педагогического образования - СПб.: Образование, 1996.- С.124-125 (в соавторстве)

10. Учебно-методический комплекс для подготовки магистров информатики в педагогических вузах с моно- и многоуровневой структурой образования // Материалы Всероссийской научной конф. "Актуальные проблемы непрерывного педагогического образования - СПб.: Образование, 1996.- С.140-142 (в соавторстве)

11. Методические рекомендации к изучению раздела курса "Элементы теоретической информатики" – СПб.: Образование, 1996. - 36 с. (в соавт., авт. 25)

12. Применение среды MathCad для решения задач по физике // Методические рекомендации к практическим и лабораторным занятиям – СПб.: Образование, 1996 - 79 с. (в соавт., авт. 20)

13. Система курсов по информатике в педвузе как средство повышения уровня подготовки учителей информатики // Материалы конф. Герценовские чтения –СПб.: Образование,1995 – С.15

14. Особенности изучения основных возможностей среды Windows // Особенности обучения математике в профильной школе и подготовка учителя к работе в ней – СПб: Образование,1996. – С.58-59

15. Формальное описание учебного материала для создания педагогических программных средств // Тезисы международной конференции молодых ученых и специалистов – Воронеж: ВПИ,1992 – С.232 (в соавторстве)

16. Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по курсу "Алгоритмизация и программирование" –СПб.: СПГУВК,1997. - 193 с. (в соавт., авт. 110)

17. Формальные методы в преподавании информатики // Тезисы межреспубликанской конференции –СПб.: Образование , 1994.-С.17

18. Реализация процесса обучения без «несанкционированного» доступа // Проблемы безопасности программного обеспечения зарубежного про-

изводства. Сборник тезисов докладов Санкт-Петербургского межведомственного семинара –СПб., 1997 – С.10-11

19. Методика конструирования гипертекстовых, мультимедийных учебных сред и их применение в условиях дистанционного обучения // Материалы VII ежегодная международной конференции-выставки "Информационные технологии, телекоммуникации в управлении и обучении" - М.:1998. – С.12

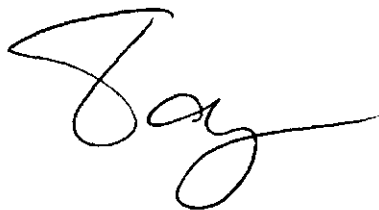
20. Методы объектного проектирования как средство построения модели обучения информационным технологиям // Международная научная конф. Информатика - современное состояние. и перспективы развития - СПб: РГПУ, 1998. – С. 27

21. Подготовка учебного материала по математике для реализации компьютерного обучения // Материалы межвузовской конференции, посвященные 100-летию В.М.Брадиса -Тверь,1990. –С.23-29

22. Цикл дисциплин предметного блока "Информатика" государственного образовательного стандарта по направлению "Естествознание" в педвузе с многоуровневой структурой подготовки // Материалы IV международной конф. "Региональная информатика" -СПб.: СПОИСУ,1995. – С.11 (в соавторстве)

23. Система административного управления учебным процессом на базе АРМа "Учебная часть" // Вторая Всероссийская конф. "Актуальные проблемы непрерывного педагогического образования" - СПб,1996. – С. 23 (в соавторстве)

24. Практикум по алгоритмизации и основам программирования: методические указания к практическим занятиям - СПб.: СЗФ-ИНИФО, 1996. - 60 с. (в соавт., авт. 12)



Отпечатано в ООО «АкадемПринт»
СПб, ул. Миллионная, 19 т. 315-11-41.
Подписано в печать 21.09.2000
Тираж 100 экз.

68489

2724 f/51