

На правах рукописи

УДК 378.016: 004

КУДРЯВЦЕВА ИРИНА АНДРЕЕВНА

**МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ БАКАЛАВРОВ ФИЗИКО-
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИМ
ОСНОВАНИЯМ ПАРАДИГМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

13.00.02 — теория и методика обучения и воспитания
(информатика, уровень профессионального образования)

Автореферат

диссертации на соискание учёной степени
кандидата педагогических наук



Санкт-Петербург
2005

Работа выполнена на кафедре информатики государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена".

Научный руководитель:

доктор педагогических наук, профессор
Михаил Владимирович Швецкий

Официальные оппоненты:

доктор педагогических наук, профессор
Наталья Владимировна Макарова

кандидат технических наук, профессор
Александр Георгиевич Степанов

Ведущая организация:

Московский педагогический государственный университет

Защита состоится 17 ноября 2005 года в 13 часов на заседании Диссертационного Совета Д 212.199.03 по защите диссертаций на соискание учёной степени доктора педагогических наук в Российском государственном педагогическом университете им. А.И. Герцена по адресу: 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, д. 48, корп. 1, ауд. 237.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке РГПУ им. А.И. Герцена.

Автореферат разослан 17 октября 2005 г.

Учёный секретарь
Диссертационного Совета



И.В. Симонова

2006-4
22474

2218947

3

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Актуальность исследования. В условиях непрерывного развития техники современное общество нуждается в формировании личности, способной жить в новых, неожиданных для неё обстоятельствах, ибо стремление к созданию искусственного интеллекта предполагает изменение мира, существование в котором потребует от человека способности к творческим, индивидуальным решениям. Поэтому, необходимо заложить в студентов "механизм развития", чтобы по окончании университета они могли расширять и обновлять свои знания, а не быть заложниками той практической подготовки в области информатики, которая была дана им в рамках программы их обучения.

Образование формирует у человека определённую культуру, понимаемую (по Ю.М. Лотману), как единое информационное пространство с функционирующими внутри него различными знаковыми системами. Мы сталкиваемся с проблемой существования в этом пространстве, где требуется гибкость в переходе от одной знаковой системы к другой.

В связи с этим формирование культуры у студентов в области формальных языков, составляющих фундамент теоретической информатики, видится нам в проведении и демонстрации связей между этими формальными системами (которые, естественно, являются знаковыми).

В Государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования по направлению "Физико-математическое образование" дисциплины профильной подготовки "Информатика" одним из базовых разделов изучения дисциплины "Языки и методы программирования" являются парадигмы программирования.

Учитывая тот факт, что гносеологические корни информатики уходят в математику, нам представляется важным раскрытие парадигм программирования через рассмотрение источников их возникновения - математические основания. Формирование представления о математических основаниях парадигм программирования позволит студентам не только увидеть связи между изучаемыми им дисциплинами в области информатики, но и получить инструмент для рассмотрения, изучения и построения языков программирования разных парадигм.

С другой стороны, актуальность исследования подтверждают следующие противоречия:

(1) несоответствие формирования у бакалавров физико-математического образования представлений о парадигмах программирования должному уровню, позволяющему свободно воспринимать любые алгоритмические конструкции разных языков программирования;

(2) отсутствие методики обучения бакалавров физико-математического образования математическим основаниям парадигм программирования;

(3) недостаточное количество учебных и методических пособий, в которых проводится связь между языками программирования и формальными языками дискретной математики (математическими основаниями парадигм программирования).



Отметим ряд изданий, в которых затрагиваются вопросы математических оснований парадигм программирования: "Языки программирования. Практический сравнительный анализ" (М Бен-Ари, 2000), "Универсальные языки программирования Семантический подход" (А.Г Калинин, И.В Мацкевич, 1991), "Языки программирования Концепции и принципы" (В.Ш Кауфман, 1993), "Лекции по теории программирования" (С.С. Лавров, 1999), "Языки программирования: разработка и реализация" (Т. Пратт, М Зелковиц, 2002), "Основные концепции языков программирования" (Р.У Себеста, 2001), "Стили и методы программирования" (Н.Н Непейвода, 2005), "Основания программирования" (Н.Н Непейвода, И.Н Скопин, 2003). Существуют также исследования, посвящённые методике обучения языкам программирования, в которых поверхностно указываются связи языков программирования с соответствующими языками дискретной математики, например, И.С. Косовой (2001) (функциональное программирование), И.П. Самойловой (2001) (логическое программирование).

Сказанное выше определяет актуальность исследования и позволяет сформулировать научную проблему исследования: отбор содержания и построение методики обучения бакалавров физико-математического образования математическим основаниям парадигм программирования.

Охарактеризованная проблема с учётом актуальности её рассмотрения обусловила выбор следующей темы исследования: "Методика обучения бакалавров физико-математического образования математическим основаниям парадигм программирования". Решение научной проблемы исследования отражено в содержании данной работы.

Цель исследования состоит в разработке методической системы обучения бакалавров физико-математического образования математическим основаниям парадигм программирования в рамках дисциплины специализации "Информатика".

Объектом исследования явился учебный процесс обучения бакалавров физико-математического образования языкам и методам программирования, а также элементам дискретной математики: "Формальные языки, грамматики, автоматы", "Математическая логика", "Теория алгоритмов".

Предметом исследования являлась методическая система обучения бакалавров физико-математического образования математическим основаниям парадигм программирования.

Гипотеза исследования заключается в том, что методическая система обучения бакалавров физико-математического образования математическим основаниям парадигм программирования может быть построена, если:

- (1) принять в качестве базовых понятий "алгоритм" и "исчисление", трактуемых как способы задания конструктивных процессов;
- (2) воспользоваться методом межпарадигмальной рефлексии как принципом отбора содержания (по И.А. Колесниковой);
- (3) опираться на предложенную классификацию парадигм программирования, построенную с учётом определённой структуры парадигмы программирования;

(4) воспользоваться логико-семиотическим анализом предполагаемого содержания как принципом его корректирования и структурирования.

Таким образом, для достижения поставленной цели и проверки достоверности гипотезы исследования были поставлены такие *задачи*.

I. *Задачи методологического характера* - определение исходных методологических принципов построения методической системы обучения бакалавров физико-математического образования математическим основам парадигм программирования:

(1) выбрать методологию исследования в области методики обучения математическим основам парадигм программирования;

(2) выделить принципы построения методической системы обучения математическим основам парадигм программирования;

(3) провести анализ классификации формальных языков теоретической информатики, описывающих способы задания конструктивного процесса;

(4) провести классификационное исследование парадигм программирования;

(5) сформировать линию математических оснований парадигм программирования на основе существующих концептуальных линий в обучении математическим основам информатики (построенных проф. *Н.И. Рыжовой* и проф. *М.В. Швецким*);

II. *Задачи теоретического характера* - построение методической системы обучения бакалавров физико-математического образования математическим основам парадигм программирования:

(1) уточнить содержание понятия "*парадигма программирования*";

(2) раскрыть содержание понятия "*математические основания парадигм программирования*";

(3) осуществить отбор содержания обучения математическим основам парадигм программирования;

(4) определить цели обучения разделам содержания, посвящённого обзору математических оснований парадигм программирования;

(5) произвести отбор целесообразных методов, форм и средств обучения студентов математическим основам парадигм программирования с учётом поставленных целей.

III. *Задачи практического характера* - частичная практическая реализация теоретических положений исследования:

(1) проверить и уточнить разработанные теоретические положения в условиях констатирующего и формирующего экспериментов;

(2) разработать систему учебных пособий по языкам программирования различных парадигм, в которых описание языка программирования будет начинаться с представления математических оснований той парадигмы, к которой он принадлежит. В дополнение к этому, разработать методические рекомендации для преподавателей вузов по планированию и проведению учебных занятий по языкам программирования, направленных на обучение студентов парадигмам программирования.

Для решения задач исследования применялись следующие *методы*: анализ философской, научно-методической, психолого-педагогической литературы по проблемам информатизации системы образования; анализ научной литературы по математике, информатике, методике преподавания математики и информатики; анализ вузовских стандартов, зарубежных и отечественных программ подготовки бакалавров физико-математического образования, учебных пособий по языкам программирования, учебников по информатике и вычислительной технике; метод межпарадигмальной рефлексии, логико-семиотический анализ отобранного содержания обучения; констатирующие и формирующие эксперименты по проверке отдельных теоретических положений работы; метод экспертных оценок и обработка результатов методами факторного и кластерного анализа, анализ контрольных работ и метод статистической обработки результатов формирующего эксперимента; моделирование содержания обучения математическим основаниям парадигм программирования с помощью графов.

Положения, выносимые на защиту:

(1) структура *парадигмы программирования*, элементами которой являются: математические основания, составляющие неизменное ядро парадигмы программирования; языки программирования, являющиеся представителями данной парадигмы и отражающие характер операционной семантики; технологии программирования, определяющие процесс сборки программы посредством определённой *инструментальной единицы декомпозиции программы*, которая выражает логически завершённую элементарную часть действия алгоритма на языке программирования.

(2) классификационное исследование парадигм программирования, проведённое на трёх уровнях в соответствии с предложенной структурой парадигмы программирования: математические основания, языки программирования, технологии программирования;

(3) структура содержания обучения бакалавров физико-математического образования математическим основаниям парадигм программирования, полученная в результате анализа, отбора содержания разделов "Элементы теории формальных языков", "Введение в теорию абстрактных автоматов", "Введение в теорию формальных грамматик", "Теория рекурсивных функций", "Представительные вычислительные модели", "Представительные порождающие модели", "Элементы λ-исчисления и исчисления комбинаторов", "Логические языки нулевого и первого порядка", "Элементы языка программирования (ассемблер, Perl, LISP, Рефал. PROLOG)" и последующего синтеза содержания этих разделов;

(4) содержание обучения бакалавров физико-математического образования математическим основаниям парадигм программирования.

Научная новизна исследования состоит в том, что:

(1) на основе анализа научной и учебно-методической литературы в области математических основ информатики выделена новая в методике обучения парадигма программирования - "*программирование от состояний*" ("*автоматное программирование*");

(2) построена классификация парадигм программирования на основе предложенной структуры парадигмы программирования;

(3) установлены связи между языками программирования и математическими моделями, лежащими в основе существующих парадигм программирования, на уровне синтаксиса и семантики формальных языков;

(4) на основе связей, упомянутых в п.3, сформулированы и обоснованы теоретические положения, опираясь на которые произведён отбор содержания обучения бакалавров физико-математического образования математическим основаниям парадигм программирования

Проведённое исследование и предложенные подходы к выявлению математических оснований парадигм программирования могут послужить *основой* для рассмотрения ещё неисследованных в методическом смысле и вновь образующихся парадигм программирования.

Теоретическая значимость исследования определяется:

(1) научной новизной и методологическим характером работы, демонстрирующим вариант методического моделирования взаимосвязей языков математики с языками программирования, состоящий в моделировании связей между соответствующими методическими системами обучения;

(2) уточнением содержания понятия "*парадигма программирования*", состоящим в определении *структуры парадигмы программирования*, компонентами которой являются: (а) математические основания парадигмы, (б) языки программирования, являющиеся представителями данной парадигмы, (в) технологии программирования;

(3) формированием содержательной линии "*Математические основания парадигм программирования*" в теоретической информатике;

(4) построенной методической системой обучения студентов математическим основаниям парадигм программирования, которая может являться теоретическим прототипом для организации связей методических систем обучения.

Практическая значимость исследования состоит в том, что:

(1) на основе построенной методической системы может быть скорректировано содержание обучения бакалавров физико-математического образования парадигмам программирования, что значительно усилит их фундаментальную подготовку в области парадигм программирования;

(2) разработанная методическая система обучения может найти практическое воплощение либо в дисциплинах по изучению какого-либо языка программирования, либо в разделах дискретной математики, либо в спецкурсах;

(3) на основе построенной методической системы могут быть созданы учебные пособия и методические рекомендации, направленные в широком смысле на моделирование межпредметных связей математики и информатики, а в узком смысле - на обучение студентов математическим основаниям парадигм программирования.

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечена методологией исследования, теоретическим обоснованием положений исследования и частичной практической реализацией построенной методической

системы обучения; количественным и качественным анализом результатов исследования, полученным на основе использования методов исследования, адекватных предметным задачам и этапам исследования.

Апробация результатов исследования осуществлялась через публикации и выступления на научно-методическом семинаре "Вопросы теории и методики обучения информатике" кафедры информатики факультета математики РГПУ им. А.И. Герцена (2004-2005).

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, страницы условных обозначений, трёх глав, заключения, библиографии и приложений. Основной текст занимает 183 с. Диссертация иллюстрирована схемами, рисунками и таблицами.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве модели наиболее полного представления диссертационной работы нами была выбрана структура *методической теории*, предложенная Н.И. Рыжовой (2000).

Во **введении** обоснована актуальность исследования, сформулирована его проблема, объект и предмет, высказана гипотеза исследования, определены задачи и методы исследования, раскрыта новизна, теоретическая и практическая значимость работы, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** "Теоретические основы построения методической системы обучения математическим основам парадигм программирования" изложены основные методологические положения, способствующие построению методической системы обучения математическим основам парадигм программирования.

В §1.1 представлен герминологический аппарат, составляющий концептуальный базис диссертационного исследования: "*парадигма программирования*", "*философские основания природы математических знаний*", "*математические основания парадигм программирования*", "*метаязык*";

Анализ существующих определений понятия "*парадигма программирования*", рассмотрение смысла терминов, составляющих данное понятие, а также обращение к философским концепциям Т. Куна и И. Лакатоса о развитии научного знания сформировало у нас определённые взгляды на исследуемое понятие.

Парадигма программирования - это образец мышления по отображению класса задач в алгоритмы их решения средствами языков программирования, представляющий собой систему со следующей структурой:

(1) математические основания (формальные языки), позволяющие определить особенности синтаксиса и семантики языков программирования рассматриваемой парадигмы;

(2) средства, в качестве которых рассматриваются языки программирования, представляющие возможность передать алгоритм решения задачи автомату для выполнения;

(3) технологии программирования, упрощающие реализацию алгоритма, учитывая: архитектурную платформу; операционную систему, систему программирования.

При этом возникновение новой парадигмы программирования предполагает переопределение её основ, отображающих методы решения определённого класса задач. Оставив неизменными математические основания и меняя только средства и технологии программирования, мы будем находиться в рамках исследовательской программы.

В §1.2 отражён концептуальный каркас исследования, представляющий собой обобщённую модель методических систем обучения (предложенных Т.А. Бороненко (1997) и И.Б. Готской (1999)) для изложения нашей методики обучения и светскую модель образования (по А.Ж. Кусжановой) - "формирование универсальной деятельности и мышления", в рамках которой мы будем осуществлять построение методики.

В §1.3 изложена логика исследования, в которой обозначены принципы построения методической системы обучения математическим основаниям парадигм программирования: философские, общедидактические (по В.И. Загвязинскому), принципы отбора содержания и ведущие принципы.

Обратим внимание на ведущие принципы, выделенные нами как особо значимые при построении нашей методической системы: (1) учёт объекта и предмета исследования; (2) столкновение двух научных областей (математика и информатика) приводит к использованию метода *межпарадигмальной рефлексии* при отборе содержания; (3) корректирование и структурирование содержания обучения в области информатики помогает проведение над ним *логико-семиотического анализа*.

Во *второй главе* "Построение методической системы обучения математическим основаниям парадигм программирования" осуществлено построение методической системы на основе методологических положений, приведённых в первой главе.

В §2.1 описана содержательная надстройка методической системы обучения математическим основаниям парадигм программирования, содержащая: классификацию формальных языков (предназначенных для описания исчислений и алгоритмов - форм представления информационных процессов), предложенную Н.И. Рыжовой и М.В. Швециком (2003); содержательную линию математических оснований парадигм программирования, представляющую собой объединение совокупности девяти устоявшихся концептуальных линий в теоретической информатике, предложенных Н.И. Рыжовой и М.В. Швециком (2003); классификацию парадигм последовательного программирования, проведённую нами на трёх уровнях (математические основания; языки программирования; технологии программирования), в соответствии с выделенной структурой *парадигмы программирования* и с опорой на классификацию парадигм, представленную В.В. Лаптевым и М.В. Швециком (2000).

Отметим, что в представленных ниже классификациях (схемы 1-5) парадигмы программирования располагаются слева направо в порядке уменьше-

ния их связи с понятием "алгоритм" и увеличением связи с понятием "исчисление"

В §2.2 сформулированы цели обучения математическим основаниям парадигм программирования Внешняя, по отношению к методической системе, цель обучения - *установление связей между языками программирования и математическими моделями, лежащими в основе существующих парадигм программирования*, что обеспечит студента фундаментом развития всей вычислительной техники. Внутренние цели обучения как ожидаемые результаты методической системы обучения математическим основаниям парадигм программирования оформлены в виде требований к знаниям и умениям студентов по каждой парадигме.

В §2.3 на основе принципов отбора содержания, сформулированных в первой главе, произведён отбор содержания обучения математическим основаниям пяти парадигм программирования: императивной, функциональной, продукционной, логической и "программирования от состояний".

Схема 1



Условные обозначения по схемам 2 и 3: МТ - машина Тьюринга, МПУ - машина Поста-Успенского, РАМ - равнодоступная адресная машина, РАСП - равнодоступная адресная машина с хранимой программой. МНР - машина с неограниченными регистрами, НАМ - нормальные алгорифмы Маркова; КА - конечные автоматы, МА - магазинные автоматы, КС-грамматики - контекстно-свободные грамматики.

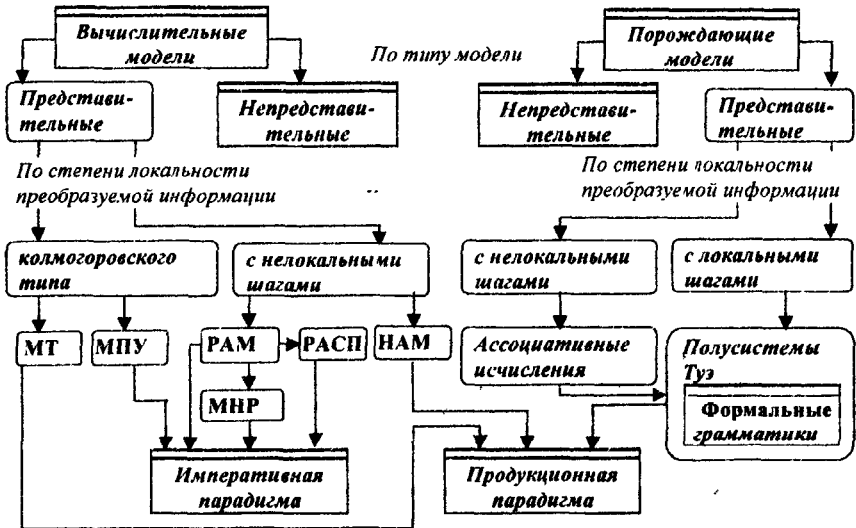
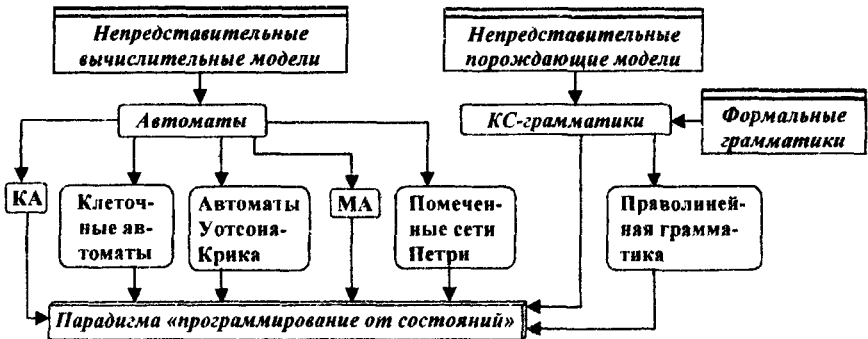


Схема 3



Далее проведена классификация парадигм программирования на уровне языков программирования, т. е. в качестве основания деления представлена операционная семантика формальных языков.

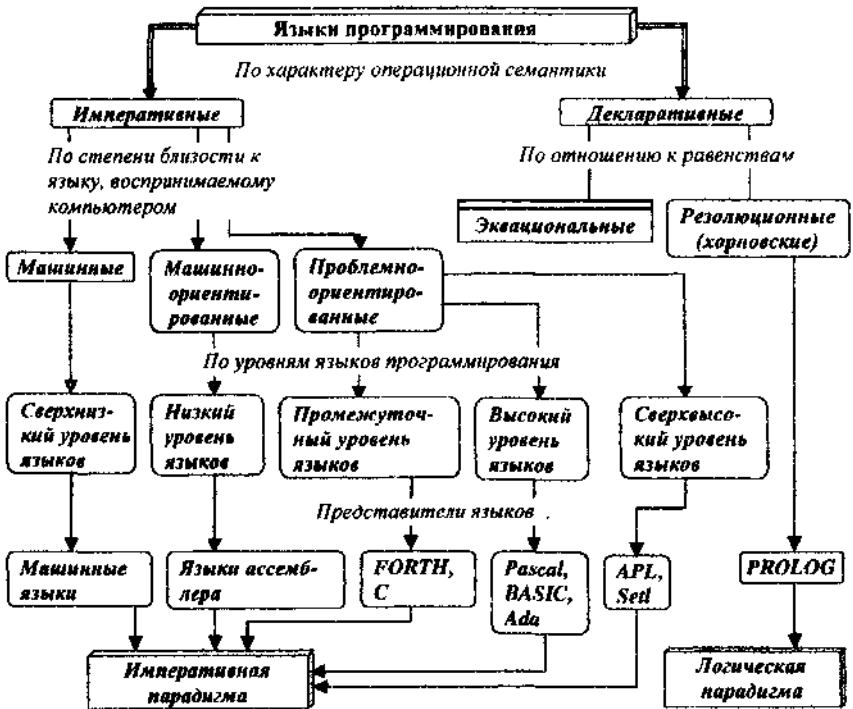
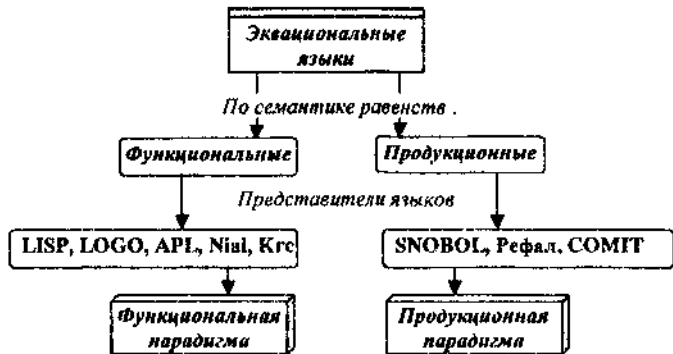


Схема 5



Следующий уровень построения классификации парадигм программирования отмечен технологией программирования.

Под *технологией программирования* мы понимаем процесс сборки программы посредством определённой инструментальной единицы декомпозиции программы, выражающей логически завершённую элементарную часть действия алгоритма на языке программирования (схема 7). Данные технологии включаются в технологии программирования, ориентированные на "серийное" производство программ (схема 6).

Схема 6

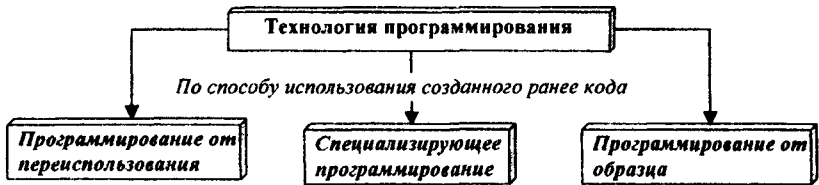
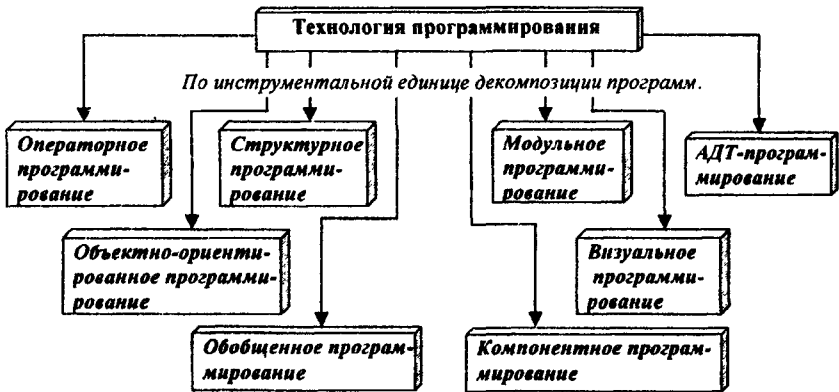


Схема 7



Структура разделов по каждой парадигме программирования следующая: специфика парадигмы; основное синтаксическое понятие языков программирования рассматриваемой парадигмы; выбор языка программирования для последующего установления с ним связи языков математических моделей, лежащих в основании парадигмы, которую он представляет; предъявление математических оснований парадигмы и обоснование этого факта через ус-

тановку связей между ними и языком программирования (на уровне синтаксиса и семантики), представляющим данную парадигму.

В п.2.3.1 установлена связь языка ассемблера с языками следующих представительных вычислительных моделей: машина с неограниченными регистрами, равнодоступная адресная машина, равнодоступная адресная машина с хранимой программой.

В п.2.3.2 приведено содержание обучения разделам комбинаторной логики ("Элементы λ -исчисления", "Элементы комбинаторного исчисления") и теории рекурсивных функций, составляющим математические основания функциональной парадигмы программирования. Представлен логико-семиотический анализ раздела "Элементы λ -исчисления", в ходе которого раскрыто основное содержание данного раздела и показана связь формальной системы бестипового λ -исчисления с языком программирования LISP.

Обозначен метаязык (язык индуктивных определений) для: (1) выработки у студента "рекурсивного" типа мышления; (2) демонстрации операционной семантики языка функционального программирования; (3) представления индуктивных (рекурсивных) определений на функциональном языке программирования LISP для их тестирования; (4) перевода программы, записанной на языке LISP, на язык индуктивных определений для доказательства её работы.

Построена классификация рекурсивных определений.

В п.2.3.3 установлена связь между языком программирования Рефал и языком представительной вычислительной модели - нормальные алгоритмы Маркова. Также, в данном разделе отмечена связь нормальных алгоритмов Маркова с машиной Тьюринга, которую мы отнесли к математическим основаниям продукционной парадигмы.

В п.2.3.4 проведена связь между логическим языком программирования Prolog и формальным языком первого порядка посредством сопоставления элементов структуры обозначенного языка программирования с понятиями формального языка логики; произведён отбор содержания обучения основам логического программирования.

В п.2.3.5 представлена новая в методике обучения парадигма - "программирование от состояний" ("автоматное программирование"), основанная на: (1) построении (если это удаётся) для исследуемого объекта или процесса модели, представляющей собой совокупность математических структур, называемых автоматами; (2) построении программной модели этой совокупности на инструментальном языке программирования.

Также, в этом разделе уделено внимание регулярным выражениям, являющимся превосходным средством представления языков в алфавите, по которым можно строить автоматы и которые можно легко восстанавливать по автоматам, распознающим язык в алфавите.

Для полноты картины приведено содержание разделов, тесно связанных с данной парадигмой: "Теория формальных грамматик" и "Теория автоматов"

В §2.4 приведены и описаны методы обучения, которые, на наш взгляд, будут способствовать эффективности обучения математическим основаниям

парадигм программирования: *метод перевода как метод обучения формальным языкам; семантический подход к изучению языков программирования; метод демонстрационных примеров в обучении языкам программирования; метод целесообразно подобранных задач, точнее, его частный случай - "обучение через задачи"*.

В §2.5 охарактеризованы формы обучения математическим основам парадигм программирования, которые совпадают с ведущими формами организации учебного процесса в вузе: *лекции, практические занятия и самостоятельные работы*.

В §2.6 выделены и описаны характерные для заявленной темы средства обучения: *знаково-символические*, предназначенные для описания и изучения всех языков программирования и выделенных в работе парадигм программирования (формальные языки дискретной математики, составляющие математические основания парадигм программирования); *информационные; программные и технические*.

В *третьей главе "Организация и проведение педагогического эксперимента"* приводятся материалы, полученные в ходе сбора и анализа эмпирической информации для уточнения гипотезы исследования, а также эмпирическая проверка некоторых результатов исследования с помощью аппарата математической статистики, что свидетельствует о частичной апробации построенной методической системы обучения математическим основам парадигм программирования.

В §3.1 представлена общая характеристика исследования, в которой раскрыты основные этапы педагогического эксперимента (по *И Я Ланиной и В В Лантеву*), сопровождавшего построение методической системы обучения бакалавров физико-математического образования математическим основам парадигм программирования.

В §3.2 описан фрагмент констатирующего этапа педагогического эксперимента, в котором используется кластерный анализ для формулирования гипотезы, относящейся к классификации парадигм программирования.

В §3.3 описан фрагмент поискового и констатирующего этапа педагогического эксперимента, в котором с помощью факторного анализа, а также метода главных компонент были выделены основные факторы, влияющие на содержание обучения бакалавров физико-математического образования математическим основам парадигм программирования.

В §3.4 произведена оптимизация отобранного учебного материала по содержанию и по времени методами теории графов.

Перечислим темы обучения, составляющие учебный материал по математическим основам парадигм программирования:

1. Основа изучения языков

1.1. Элементы семиотики.

2. Метаязыки

2.1. Язык канторовской (наивной) теории множеств.

2.2. Элементы теории категорий.

3. Формальные языки

3.1. Языки в алфавите

3.1.1. Слова в алфавите.

3.1.2. Индуктивные определения операций и предикатов, заданных на множествах слов: построение и доказательство правильности.

3.1.3. Языки в алфавите. Операции над языками в алфавите. Перевод языков.

3.1.4. Исчисления на словах в алфавите. Формальные доказательства в исчислениях на словах в алфавите.

3.1.5. Ассоциативные исчисления в алфавите. Канонические и нормальные системы Поста.

3.2. Языки комбинаторной логики3.2.1. Элементы λ -исчисления.

3.2.2. Элементы комбинаторного исчисления.

3.3. Логические языки

3.3.1. Логический язык нулевого порядка.

3.3.2. Логический язык первого порядка.

3.4. Логико-математические языки3.4.1. Формальная арифметика первого порядка (теория S_1).3.4.2. Формальная арифметика второго порядка (теория S_2).3.4.3. Формальная канторовская (наивная) теория множеств (M^+).**3.5. Алгоритмические языки**

3.5.1. Машина Тьюринга.

3.5.2. Машина Поста-Успенского.

3.5.3. Машина с неограниченными регистрами.

3.5.4. Равнодоступная адресная машина.

3.5.5. Равнодоступная адресная машина с хранимой программой.

3.5.6. Нормальные алгоритмы Маркова.

3.5.7. Язык рекурсивных функций.

3.6. Языки программирования

3.6.1. Ассемблер.

3.6.2. Pascal, Modula-2, C++, Java.

3.6.3. Perl.

3.6.4. LISP.

3.6.5. Рефал Плюс.

3.6.6. PROLOG.

3.7. Модельные языки императивного программирования

3.7.1. N (система Хоара), D (система Дейкстры), M (модельный императивный язык).

4. Методы задания языков в алфавите**4.1. Элементы теории формальных языков**

4.1.1. Регулярные языки в алфавите. Регулярные выражения над алфавитом.

4.2. Теория формальных грамматик

4.2.1. Формальные грамматики. Классификация формальных грамматик и языков. Классификация КС-грамматик.

4.2.2. Обобщение КС-грамматик для увеличения детерминированности процесса вывода и для формализации семантики. Синтаксически управляемый перевод.

4.2.3. Алгоритмы преобразования грамматик.

4.3. Теория автоматов

4.3.1. Конечные автоматы Рабина-Скотта.

4.3.2. Клеточные автоматы.

4.3.3. Автоматы Уотсона-Крика.

4.3.4. Автоматы с магазинной памятью как распознаватели.

4.3.5. Автоматы как преобразователи. Элементы алгебраической теории автоматов.

4.3.6. Помеченные сети Петри.

5. Формальный синтаксис языков программирования

5.1. Нормальная форма Бэкуса-Наура. Расширенная нормальная форма Бэкуса-Наура.

5.2. Синтаксическая диаграмма.

6. Парадигмы программирования

6.1. Императивная парадигма программирования.

6.2. Функциональная парадигма программирования.

6.3. Продукционная парадигма программирования.

6.4. Логическая парадигма программирования.

6.5. "Программирование от состояний" парадигма программирования.

В результате проведения топологической сортировки представленных выше тем, был получен граф (логическая структура) содержания обучения математическим основаниям парадигм программирования (рис. 1).

Условные обозначения. На исходную вершину графа направлен указатель *Начало*. Вершины графа, обведённые двойной рамкой, обозначают парадигмы программирования как результат пути движения по графу. Знак вопроса, обведённый в двойную рамку, обозначает парадигму программирования, которую условно назовём "*программирование от шаблона*" (этим мы выразили только идею, которая подлежит рассмотрению и анализу как перспективное расширение нашего исследования). Штриховыми линиями указаны переходы, с помощью которых можно варьировать содержание обучения в зависимости от условий учебного процесса.

Отметим некоторые недостатки в полученном графе содержания:

(1) из вершины со значением 3.57 (язык рекурсивных функций) не следует никаких путей, хотя рекурсия является базовой операцией, применяемой практически во всех перечисленных выше темах;

(2) из вершин со значением 5.1 и 5.2 были проведены стрелки к вершинам, имеющим значения 3.62, 3.63 и 3.53. Но, субъективно оценивая полученные связи, мы решили не отображать их на графе, а провести более логичные пути - к языкам программирования, не нарушая линейную упорядоченность тем. Вершина со значением 3.6 (языки программирования) обведена рамкой с тенью и введена нами для того, чтобы не загромождать рисунок дугами.

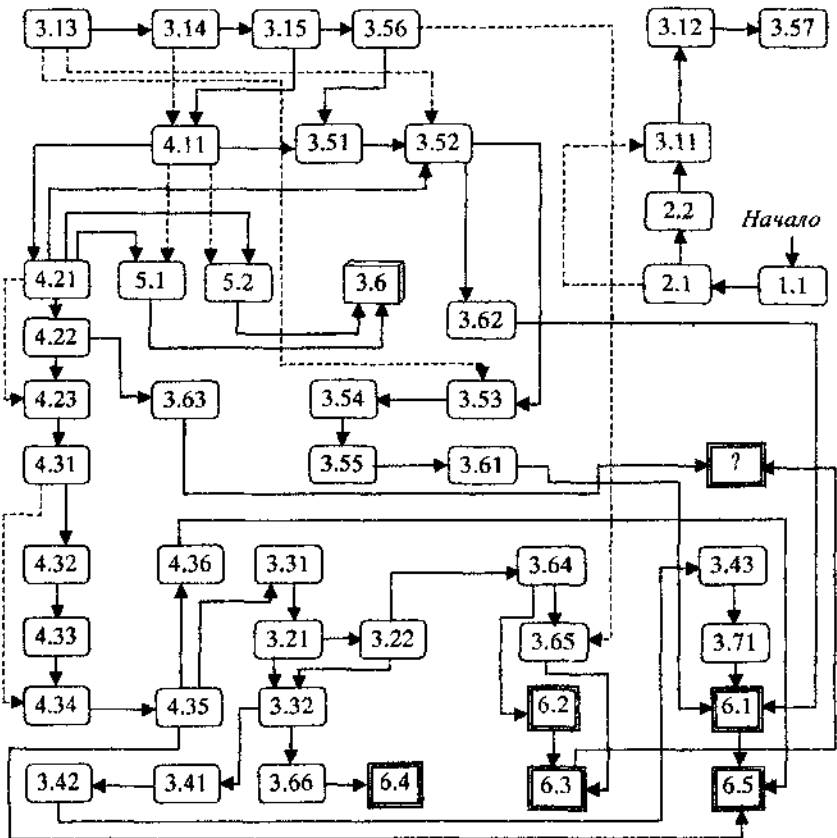


Рис 1 Логическая структура содержания обучения математическим основам парадигм программирования

Построенная модель представляет собой лишь исходный образец графа содержания обучения математическим основам парадигм программирования, который можно и следует модифицировать (в силу достаточно субъективной исходной информации) не только в плане проведения дополнительных связей между существующими элементами графа, но и расширения графа за счёт введения дополнительных элементов и установления новых связей.

В §3.5 приведен фрагмент формирующего эксперимента, в котором обозначена гипотеза о реализации содержания обучения бакалавров физико-математического образования математическим основам парадигм про-

граммирования. В рамках проводимого эксперимента (2002-2005) подтверждена гипотеза более узкого содержания - реализация содержания обучения бакалавров физико-математического образования математическим основаниям функциональной и продукционной парадигм программирования на основе проведённого анализа контрольных работ с использованием методов параметрической статистики

Заключение содержит основные выводы и рекомендации о возможности реализации теоретических и практических положений, выдвинутых в проведённом исследовании, для подготовки бакалавров физико-математического образования в области программирования и теоретических оснований информатики.

В *приложениях* приведены: логические структуры содержания некоторых тем исследования, тематические планы, варианты контрольных работ, ответы к одной из контрольных работ, результаты эксперимента, образец структуры лабораторной работы и структуры размещения рабочего материала на компьютере, пример выполнения логико-семиотического анализа темы.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выводы. Проведённое исследование показало, что в условиях непрерывного развития техники, являющегося следствием стремления человека к расширению возможностей автомата и созданию искусственного интеллекта, необходима подготовка студентов к восприятию и довольно быстрому овладению новыми языками программирования. Известно, что все языки программирования основаны на математических моделях, поэтому предлагается обучать бакалавров физико-математического образования математическим основаниям парадигм программирования.

Разработанная модель методической системы представляет собой "открытую" систему, доступную для корректировки с учётом развития вычислительной техники, появлением новых языков программирования и, соответственно, парадигм. Её реализация в учебном процессе сложна, т.к. требует определённых предварительных знаний и времени. Однако, возможно проведение спецкурсов, частичное внедрение в дисциплины по теоретической информатике и языкам программирования.

Таким образом, в рамках поставленных задач выполненное диссертационное исследование можно считать законченным.

Перспективные направления развития предложенной методической системы обучения математическим основаниям парадигм программирования нам видятся в следующем: (1) внедрение в учебный процесс технологии обучения бакалавров физико-математического образования математическим основаниям парадигм программирования; (2) развитие содержания обучения математическим основаниям парадигмы "программирование от состояний"; (3) рассмотрение идеи образования парадигмы "программирование от шаблонов" с последующим отбором содержания обучения её математическим основаниям; (4) отбор содержания обучения математическим основаниям па-

радикалы многопоточного и параллельного программирования; (5) совершенствование имеющихся и разработка новых методов, форм и средств обучения математическим основаниям парадигм программирования.

Основные результаты исследования нашли отражение в следующих публикациях:

1. *Кудрявцева И.А., Рыжова Н.И., Сазонова Н.В., Швецкий М.В.* Система лабораторных работ по обучению программированию на языке ассемблера для микропроцессоров Intel: Учебное пособие к курсу "Архитектура вычислительных систем". - СПб.: Изд-во "Интерлайн", 2002. - 20,75 п.л. / 9,44 п.л. авт.

2. *Кудрявцева И.А.* Об одном из способов описания операционной семантики индуктивных определений // Телекоммуникации, математика и информатика - исследования и инновации. Выпуск 7. Межвузовский сборник научных трудов. - СПб.: ЛГОУ им. А.С.Пушкина, 2003. - 0,13 п.л.

3. *Кудрявцева И.А.* Концепция построения линии метаязыков, описывающих связи языков математики и программирования // Теоретические и методические проблемы обучения в школе и вузе (математика и информатика). Межвуз. сб. научн. трудов. СПб., Мурманск, 2004. - 0,09 п.л.

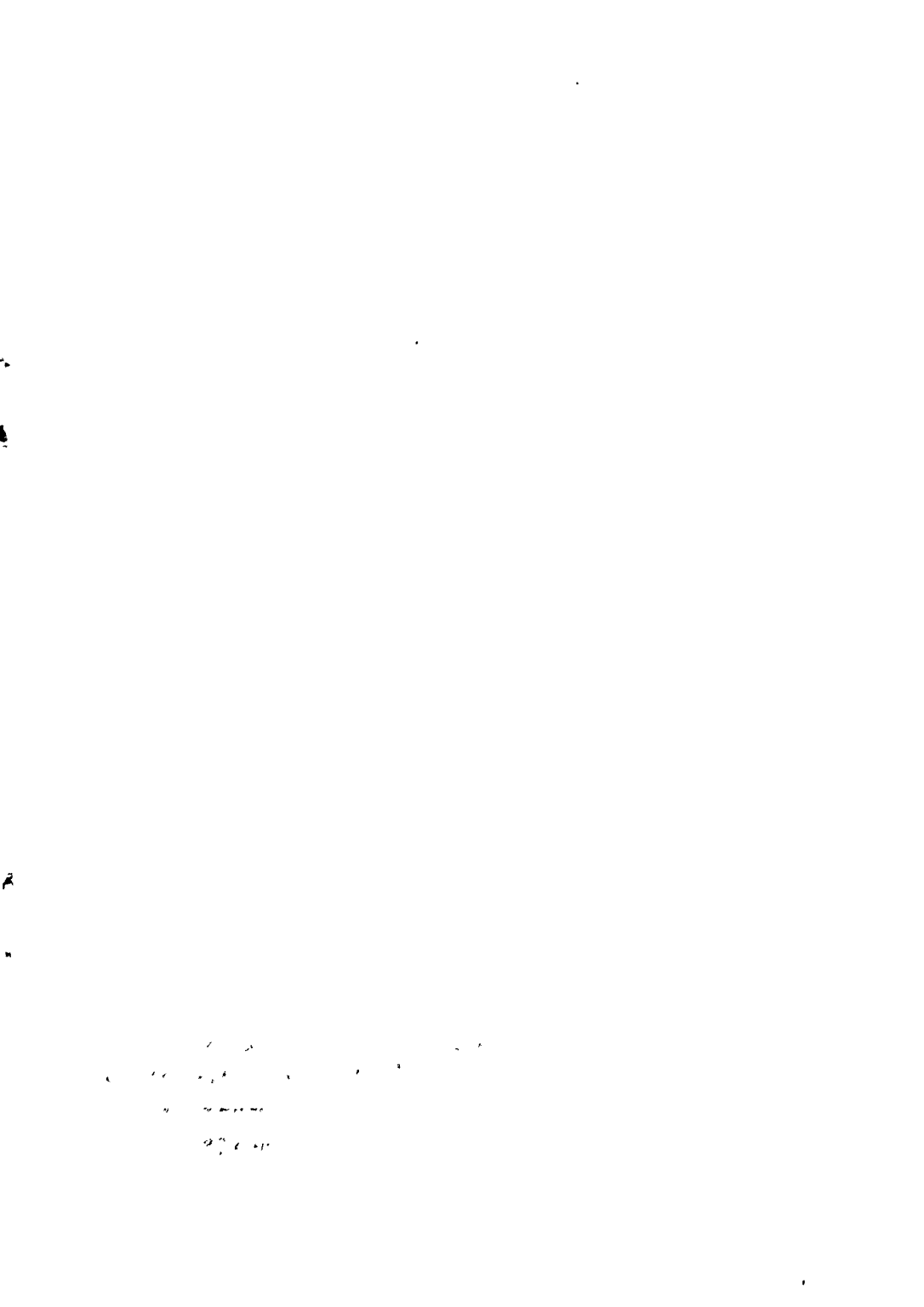
4. *Кудрявцева И.А.* Конечные автоматы как основания парадигмы программирования "программирование от состояний" // Математическое моделирование: естественно-научные, технические и гуманитарные приложения. Сб. научных трудов. СПб.: ЛГУ им. А.С.Пушкина, 2004. - 0,31 п.л.

5. *Коротков А.В., Кудрявцева И.А., Стефанова Т.С., Швецкий М.В.* Язык функционального программирования LISP: лабораторные работы и упражнения. Часть I. Учебное пособие. - СПб.: Изд-во "Интерлайн", 2004. - 24,75 п.л. / 12,5 п.л. авт.

6. *Кудрявцева И.А., Сазонова Н.В., Швецкий М.В.* Система лабораторных работ по обучению программированию на языке ассемблера для микропроцессоров Intel: Учебное пособие к курсу "Архитектура вычислительных систем". - СПб.: Изд-во "Интерлайн", 2004. - 21,00 п.л. / 14,88 п.л. авт.

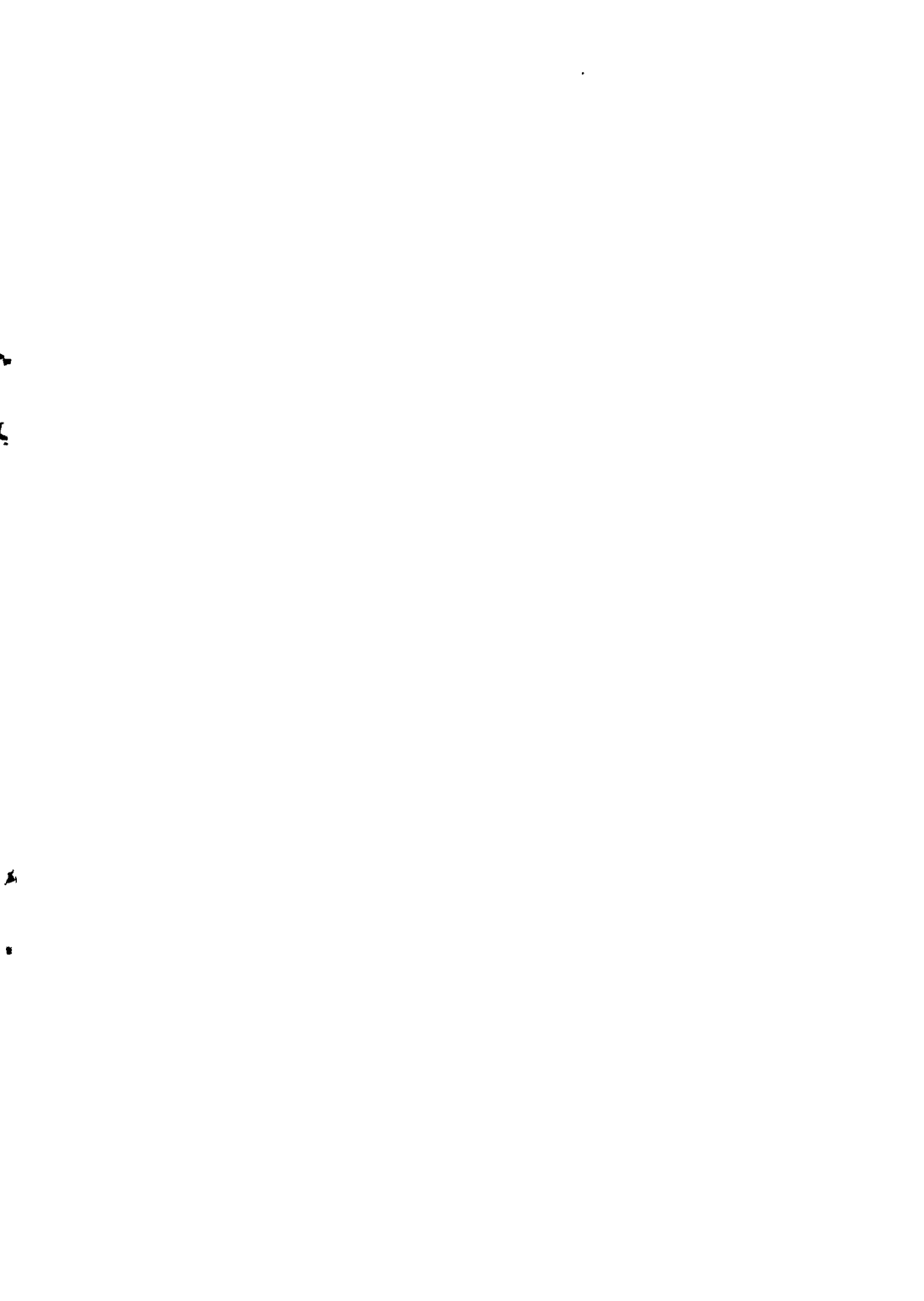
7. *Голанова А.В., Коротков А.В., Кудрявцева И.А., Стефанова Т.С., Швецкий М.В.* Язык функционального программирования LISP: лабораторные работы и упражнения. Часть II. Учебное пособие. - СПб.: Изд-во "Интерлайн", 2005. - 25,25 п.л. / 5,25 п.л. авт.

8. *Коротков А.В., Кудрявцева И.А.* К определению понятия "парадигма программирования" // Теоретические и методические проблемы обучения в школе и вузе (математика, информатика). Межвуз. сб. научн. трудов. СПб., Мурманск, 2005. - 0,31 п.л. / 0,13 п.л. авт.



Подписано в печать 13.10.05. Формат бумаги 60x84/16
Бумага офсетная. Объем 1,25 печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 80

191023, Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки д.78.
Ризограф НОУ «Экспресс»



№ 19983

РНБ Русский фонд

2006-4

22774