

На правах рукописи



СОКОЛЬСКАЯ МАРИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

**Методическая система обучения основам параллельного
программирования будущих учителей информатики**

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

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Красноярск – 2012

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

Научный руководитель:

Степанова Татьяна Анатольевна

кандидат педагогических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Легалов Александр Иванович

доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ «Сибирский
федеральный университет», Институт космических и информационных
технологий, кафедра вычислительной техники, профессор.

Буторин Денис Николаевич

кандидат педагогических наук, КГАОУ СПО "Ачинский техникум нефти и
газа", программист.

Ведущая организация:

ФГБОУ ВПО «Новосибирский
государственный педагогический университет»

Защита состоится «22» марта 2012 г. в 15:00 на заседании
диссертационного совета ДМ 212.099.16 при Сибирском федеральном
университете по адресу: 660049, г. Красноярск, ул. Перенсона, 7, ауд. 2-06.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Сибирского
федерального университета.

Автореферат разослан «18» февраля 2012 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Шершнева
Виктория Анатольевна

Общая характеристика работы

Актуальность исследования. В настоящее время наблюдается стремительный прогресс в области вычислительной техники и программного обеспечения. Многопроцессорные вычислительные системы начинают активно внедряться во все сферы научной и производственной деятельности информационного общества. Меняются вычислительные методы решения задач, совершенствуются технологии программирования.

Параллельные вычисления и параллельное программирование являются частью областей вычислительной математики и программирования.

Параллельное программирование, с одной стороны, меняет не только способы построения программы, но и мыслительную деятельность человека, формирует специфический стиль мышления - параллельный. С другой стороны, способность человека приобретать умения осуществлять параллельную обработку информации и разрабатывать алгоритмы и программы для суперкомпьютерных систем возможна лишь при условии сформированного параллельного стиля мышления.

Таким образом, требования общества к развитию способностей человека осуществлять обработку больших объемов информации с помощью современных многопроцессорных систем определяют необходимость еще в школе у учащихся целенаправленно формировать соответствующие мыслительные умения и деятельность. Эту задачу может и должен решать учитель информатики. В этой связи изучение основ параллельных вычислений и параллельного программирования должно стать частью профессиональной подготовки будущего учителя информатики в педагогических вузах. Однако в настоящее время подобная подготовка учителей в системе педагогического образования не осуществляется.

В федеральном государственном образовательном стандарте по направлению подготовки «Педагогическое образование» указано, что бакалавр должен владеть современными средствами обработки информации, ориентироваться в программном обеспечении, уметь использовать современные технологии для профессиональной деятельности.

Программирование является существенной частью системы предметной подготовки педагогов-бакалавров по профилю «Информатика». Без изучения современных парадигм и технологий программирования подготовку учителей информатики нельзя считать полноценной.

Освоение новой технологии параллельного программирования в системе предметной подготовки будущих учителей информатики неизбежно влечет за собой вопросы, касающиеся специфики методики преподавания модуля «Основы параллельного программирования» в курсе «Программирование».

Проблемы методики преподавания программирования в педагогических вузах исследовались многими авторами (Бобковым В.В., Ершовым А.П., Жужжаловым В.Е., Звенигородским Г.А., Кузнецовым А.А., Могилевым А.В., Паком Н.И., Хеннером Е.К. и др.), вопросы методики преподавания

параллельных вычислений в классических и технических вузах поднимались Антоновым А.С., Богачевым К.Ю., Воеводиным В.В., Воеводиным Вл.В., Гергелем В.П., Козвониной А.В., Немнюгиным С.А., Сливой М.В. и др. В них замечено, что обучение студентов программированию является не только дидактической, но и сложной психолого-педагогической проблемой, поскольку оно оказывает непосредственное влияние на формирование мыслительной деятельности обучающихся, а также на их мировоззрение.

Влияние алгоритмической деятельности на формирование мыслительных операций не вызывает сомнений. Об этом писали выдающиеся ученые Рубинштейн С.Л., Леонтьев А.Н., Гальперин П.Я., Талызина Н.Ф., Беспалько В.П. и др. Опираясь на их труды, можно говорить о том, что разработка параллельных алгоритмов формирует способы мыслительной деятельности, отличающиеся от способов сформированных предыдущим опытом. Соответственно, методическая система обучения педагогов-бакалавров параллельному программированию должна не просто учитывать это влияние, а целенаправленно формировать у студентов соответствующий способ алгоритмической мыслительной деятельности.

Изучение опыта обучения студентов основам параллельного программирования позволяет говорить о недостаточной методической и педагогической проработке данной проблемы для педагогических университетов.

Сложность организации взаимодействия параллельных процессов, возникающие при этом информационные процессы определяют целесообразность выбора информационного подхода к обучению (А.А. Матюшкина, Н.И. Пак) в качестве основы для разработки методической системы обучения будущих учителей информатики параллельному программированию.

Таким образом, актуальность исследования определяют **противоречия**:

- между *требованиями* информационного общества к формированию параллельного стиля мышления будущих специалистов, позволяющего осуществлять обработку больших объемов информации с помощью суперкомпьютерных технологий, и *недостаточной* теоретической и практической базой исследований в области формирования стилей мышления в процессе обучения программированию;
- между *необходимостью* включения в предметную подготовку будущих учителей информатики курсов по параллельному программированию в педагогических вузах и *отсутствием* методической системы для такой подготовки;
- между *возможностью* формирования параллельного стиля мышления будущего учителя информатики в процессе изучения основ параллельного программирования и *отсутствием* методов и способов, обеспечивающих необходимый уровень сформированности этого стиля мышления;

– между *сложностью усвоения* студентами педагогических вузов учебного материала по параллельным вычислениям и программированию и *отсутствием методики* их обучения.

Противоречия определяют **проблему исследования**: какой должна быть методическая система обучения студентов параллельному программированию, способствующая формированию их параллельного стиля мышления в процессе предметной подготовки в педвузе.

Объект исследования: процесс предметной подготовки педагогов-бакалавров профиля «Информатика» в области программирования.

Предмет исследования: методическая система обучения педагогов-бакалавров профиля «Информатика» параллельному программированию.

Цель исследования: теоретически обосновать и разработать методическую систему подготовки педагогов-бакалавров профиля «Информатика» в области параллельного программирования, основанную на информационном и деятельностном подходах и обеспечивающую у них формирование параллельного стиля мышления, а также успешность усвоения учебного материала.

В соответствии с выделенными проблемой, объектом, предметом и поставленной целью исследования была сформулирована **гипотеза исследования**: формирование параллельного стиля мышления, а также успешность усвоения учебного материала в области параллельных вычислений у будущих учителей информатики будут обеспечены, если в методической системе обучения основам параллельного программирования:

- уточнено понятие параллельного стиля мышления, выделены этапы его формирования на основе информационного и деятельностного подходов к исследованию мышления;
- расширен спектр целей обучения в модуле «Основы параллельного программирования» в сторону формирования у студентов навыков параллельного стиля мышления;
- отбор содержания модуля осуществляется с помощью логико-семантического подхода и тезаурусного метода;
- используются нелинейные методы и приёмы обучения (параллельное, рекурсивное обучение и пр.), включающие значительную долю поисковых методов и самостоятельной работы;
- используются методы визуализации информации и знаний;
- применяются диагностики знаний и уровня сформированности параллельного стиля мышления у студентов.

Цель, предмет и гипотеза исследования определили его **ведущие задачи**:

1. Выявить современные требования к предметной подготовке педагогов-бакалавров профиля «Информатика» в области программирования.

2. Провести обоснование необходимости введения в курс «Программирование» модуля «Основы параллельного программирования».

3. Уточнить понятие «параллельный стиль мышления» на основе информационного и деятельностного подходов, определить этапы

формирования параллельного стиля мышления, выделить уровни его сформированности и критерии их измерения.

4. Спроектировать методическую систему обучения педагогов-бакалавров профиля «Информатика» основам параллельного программирования.

5. Разработать методическое обеспечение подготовки педагогов-бакалавров профиля «Информатика» в области параллельного программирования, включающее учебно-методический комплекс дисциплины,

6. Провести педагогический эксперимент по апробации и оценке качества методической системы обучения студентов модулю «Основы параллельного программирования».

Теоретико-методологические основания исследования: положения в области информатизации образования и профессиональной подготовки учителей информатики в педагогическом вузе (А.А. Абдукадыров, М.М. Абдуразаков, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, А.Л. Денисова, М.И. Жалдак, С.Д. Каракозов, К.К. Колин, А.А. Кузнецов, М.П. Лапчик, И.В. Марусева, Д.Ш. Матрос, А.В. Могилев, Н.И. Пак, И.В. Роберт, Э.Г. Скибицкий, М.В. Швецкий, Е.К. Хеннер и др.); концепции фундаментализации предметной подготовки студентов (В.В. Лаптев, Н.И. Рыжова, С.А. Бешенков, М.В. Швецкий, Е.Н. Самойлик и др.); психологические исследования в области влияния деятельности на развитие мышления (Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн); исследования в области методик обучения разным парадигмам и технологиям программирования (В.Е. Жужжалов, В.В. Пекшева); исследования в области параллельных вычислений (В.А. Воеводин, В.П. Гергель, А.Л. Куперштох, А.И. Легалов, В.М. Садовский); исследования в области методов и приемов обучения параллельному программированию (А.В. Козволина, М.В. Слива).

Для решения поставленных задач использовались следующие **методы исследования:** теоретические (изучение и анализ педагогической, психологической, методической и предметной литературы по теме исследования, анализ теоретических и эмпирических данных, изучение и обобщение педагогического опыта, сравнительный анализ, классификация); эмпирические (наблюдение, анкетирование, беседа, тестирование, педагогический эксперимент); методы математической статистики (количественный и качественный анализ данных, графическое представление результатов).

Научная новизна исследования заключается в том, что:

1. Обоснована необходимость формирования параллельного стиля мышления в процессе предметной подготовки педагогов-бакалавров профиля «Информатика» при изучении основ параллельного программирования;

2. Разработана методическая система обучения студентов параллельному программированию с позиций информационного и деятельностного подходов, компоненты которой (цели, содержание, методы, средства и формы организации обучения, контрольно-измерительные

материалы) нацелены на формирование у студентов параллельного стиля мышления и успешное усвоение ими учебного материала.

Теоретическая значимость исследования заключается:

- в уточнении понятия параллельного стиля мышления на информационно-деятельностной основе, определении этапов, уровней его сформированности и разработке критериев их оценки;
- в построении модели методической системы обучения студентов «Основам параллельного программирования», реализация которой обеспечивает формирование у них параллельного стиля мышления.

Практическая значимость исследования заключается:

- в разработке компонент методической системы обучения педагогов-бакалавров профиля «Информатика» основам параллельного программирования: учебно-методического комплекса модуля «Основы параллельного программирования», учебного пособия по основам параллельного программирования, тематик проектных, исследовательских, курсовых и дипломных работ, комплекса методов и приемов обучения, электронных дидактических материалов, использующих методы визуализации информации и знаний, контрольно-измерительных материалов;
- в том, что разработанная методическая система обучения студентов основам параллельного программирования может быть использована в учебном процессе в педагогических вузах, на курсах повышения квалификации учителей информатики.

Экспериментальная база и этапы исследования. Опытно-экспериментальная работа по теме исследования осуществлялась на базе отделения информатики Института математики, физики, информатики Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. В педагогическом эксперименте в разное время в общей сложности принимали участие 60 студентов третьего курса, изучавших дисциплину «Языки и методы программирования», и 30 магистров первого года обучения, повысивших квалификацию по программе «Основы суперкомпьютерных технологий».

Исследование проводилось с 2008 по 2012 годы и состояло из трех этапов.

Первый этап (2008 – 2009 гг.) – изучение предметной области исследования, анализ проблематики исследования, уточнение его методологического аппарата, выделение целей, содержания, методов и средств обучения параллельному программированию, теоретическое построение методики, констатирующий эксперимент.

Второй этап (2009 – 2011 гг.) – уточнение и корректировка содержания модуля «Основы параллельного программирования», построение модели методической системы, построение информационно-деятельностной модели параллельного стиля мышления и выделение этапов его формирования,

внедрение методики обучения основам параллельного программирования в учебный процесс, проведение формирующего эксперимента.

Третий этап (2011 – 2012 гг.) – окончание формирующего эксперимента, количественный и качественный анализ его результатов, систематизация и обобщение итогов исследования, окончательная доработка методических пособий для заявленного курса.

Достоверность и обоснованность полученных результатов исследования обеспечиваются научной обоснованностью исходных теоретических положений, соответствием применяемых в исследовании методов цели и задачам исследования, апробацией результатов исследования в учебном процессе предметной подготовки бакалавров-информатиков, подтверждением теоретических выводов анализом экспериментальных данных.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Уточнение параллельного стиля мышления будущих учителей информатики, определение этапов его формирования, уровней сформированности и критериев их оценки может быть осуществлено на основе информационного и деятельностного подходов к исследованию мышления.
2. Методическая система обучения студентов основам параллельного программирования, в которой расширен спектр целей обучения, используются приёмы параллельной деятельности, применяются специальные диагностики, обеспечивает у будущих учителей информатики формирование параллельного стиля мышления.
3. Успешность усвоения учебного материала по модулю «Основы параллельного программирования» педагогами-бакалаврами профиля «Информатика» в рассматриваемой методической системе обеспечивается за счет направленности методической системы на формирование параллельного стиля мышления, тезаурусного и логико-семантического отбора содержания, использования нелинейных методов и приёмов обучения, визуализации знаний.

Апробация и внедрение результатов. Материалы исследования обсуждались на заседаниях кафедры информатики и вычислительной техники КГПУ им. В.П. Астафьева, на научных семинарах кафедры, были представлены на региональной научно-практической конференции «Инновационные процессы в современном образовании России как важнейшая предпосылка социально-экономического развития общества» (Ачинск, 2009 г.); на V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Открытое образование: опыт, проблемы, перспективы». (Красноярск, 2009 г.); на V Международной научно-методической конференции «Математическое моделирование и информационные технологии в образовании и науке (Казахстан, 2010 г.); на Всероссийской научно-методической конференции «Инновационная интегрированная система профессионального образования: проблемы и пути развития. (Красноярск, 2011 г.); на семинаре «Информатика образования» в рамках Ершовской конференции по информатике (PSI'11,

Новосибирск, 2011 г.), методические разработки по теме исследования использованы в научном отчете федеральной программы по подготовке кадров в области суперкомпьютерных технологий, выполненной коллективом консорциума университетов Сибирского федерального округа.

По теме исследования опубликовано 10 работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, 1 учебное пособие по основам параллельного программирования в технологии MPI.

Результаты исследования используются при организации обучения студентов отделения информатики Института математики, физики, информатики Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева курсу «Программирование» и сопутствующих курсов по выбору «Технология программирования CUDA».

Структура диссертации. Работа состоит из введения, двух глав, заключения, библиографического списка (118 источников) и приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность исследования, определяются его проблема, объект, предмет и цель, формулируются гипотеза и задачи, описываются научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования.

Первая глава «Современные требования к профессиональной подготовке будущего учителя информатики в области программирования» посвящена выявлению значимости раздела «Основы параллельных вычислений» при освоении дисциплины «Программирование» в системе предметной подготовки будущего учителя информатики, уточнению понятия «параллельный стиль мышления» на основе информационного и деятельностного подходов, выявлению требований, предъявляемых к методической системе обучения будущих учителей информатики основам параллельного программирования.

Идеи и технологии параллельных вычислений в настоящее время применяются не только на мощных вычислительных машинах, но и на персональных компьютерах и ноутбуках. Методы параллельного программирования для решения задач отличаются от методов логического, функционального и структурного программирования, дополняя их новыми этапами.

Программирование является неотъемлемой частью предметной подготовки студентов-бакалавров профиля «Информатика». В государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования по направлению подготовки «Педагогическое образование» предметная подготовка является частью предметной компетенции. Под компетенцией понимается «способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области».

Таким образом, изучение модуля «Основы параллельного программирования» как раздела дисциплины «Программирование» в системе

подготовки педагогов-бакалавров профиля «Информатика» является необходимым условием формирования предметной компетенции.

Основы параллельного программирования можно включить в систему предметной подготовки педагогов-бакалавров профиля «Информатика» несколькими способами:

- 1) как отдельный модуль в рамках курса «Программирование»;
- 2) как самостоятельный курс за счет часов, выделенных в вариативной части Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования;
- 3) как курс по выбору.

В педагогических вузах в сложившихся условиях изучение основ параллельного программирования целесообразно включить отдельным модулем в курс «Программирование». Межпредметные связи модуля «Основы параллельного программирования» с другими дисциплинами математической, общепрофессиональной и профильной подготовки педагогов-бакалавров профиля «Информатика» представлены на рис. 1:



Рис. 1. Межпредметные связи модуля «Основы параллельного программирования»

Программирование – это сложная деятельность, которая оказывает существенное влияние на развитие мыслительных процессов. Изучение технологии параллельного программирования изменяет способы алгоритмической деятельности, которые были сформированы опытом

разработки последовательных алгоритмов. В настоящей работе описан характер этих изменений.

Формирование способов мыслительной деятельности обучающихся под воздействием изучения различных парадигм и технологий программирования рассматривается в исследованиях А.И. Газейкиной, В.Е. Жужжалова, Т.А. Степановой и др.

Для описания изменений в способах алгоритмической мыслительной деятельности при изучении параллельного программирования вводится понятие «параллельный стиль мышления». Для обоснования этого понятия используются пространственно-временная модель памяти (К.А. Вольхин, Н.И. Пак, Т.А. Степанова и др.) и психологическая теория деятельности (Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, А.Н. Леонтьев, С.Л. Рубинштейн и др.).

Пространственно-временная модель памяти предполагает, что в процессе изучения объективной действительности чувственные образы объектов, событий и действий в памяти человека возникают и фиксируются во времени с помощью модельных представлений, затем понятий. Путем обобщения понятий возникают абстрактные сложные понятия. В этой связи следует выделить четыре области памяти: чувственную, модельную, понятийную и абстрактную. В этих областях накапливаются во временной развертке чувственные, модельные и понятийные образы объектов, событий и действий.

Активированный образ в памяти представляет *мысль*. *Мыслительный процесс, или мышление*, – это способ активации последовательной цепочки образов (мыслей) для удовлетворения потребностей организма, приспособления к окружающей среде, достижения целей. В зависимости от того, какие образы активируются в мыслительном процессе, следует различать виды мышления: чувственное, модельное или понятийно-абстрактное. А если рассматривать мыслительный процесс в зависимости от типа образа, то можно выделить типы мышления: с помощью образов объектов и событий – пространственно-временное мышление, образов действий – алгоритмическое мышление.

Активация образов может происходить последовательно либо параллельно. Эти способы определяют соответствующий стиль мышления – последовательный либо параллельный.

Из психологической теории деятельности выделим следующие положения:

1) Специальные психические процессы, в том числе и мышление, не могут рассматриваться вне системы отношений деятельность-сознание, их общих системных качеств, поскольку «существуют только в описанных отношениях системы, на тех или иных ее уровнях» [Леонтьев А.Н.].

2) Материальный мир получает отражение в сознании благодаря соответствующей деятельности, поскольку «развитие деятельности необходимо приводит к возникновению психического отражения реальности...» [Леонтьев А.Н.].

3) «Всякий мыслительный процесс является по своему внутреннему строению действием или актом деятельности, направленным на разрешение определенной задачи» [Рубинштейн С.Л.].

4) Очень важную роль для мыслительного процесса представляют «специфические «навыки» мышления», возникающие в процессе целенаправленного решения определенных задач [Рубинштейн С.Л.].

Таким образом, для того чтобы студенты могли выстраивать параллельные алгоритмические цепочки, их нужно вовлекать в деятельность, связанную с анализом параллельного протекания внешних процессов, в том числе и программных.

Исходя из вышеизложенного, под параллельным стилем мышления мы будем подразумевать такой способ алгоритмической мыслительной деятельности, который при осознанной, специально организованной последовательности действий позволяет построить параллельный алгоритм. Структура параллельного стиля мышления может быть представлена упрощенной моделью (рис. 2).



Рис. 2. Структура параллельного стиля мышления

В данной модели большую роль играют этапы, дополняющие процесс последовательного решения. Органичное включение указанных этапов в процесс решения задачи, осознание их важности являются составляющими параллельного стиля мышления.

Помимо указанных в модели этапов: выделение подзадач, установление информационных зависимостей и организация информационного взаимодействия подзадач – важную роль играет понимание того, что все подзадачи, на самом деле выполняются параллельно (одновременно). Как показывает практика, этот факт декларируется студентам на словах, но фактически не воспринимается и не понимается в полной мере.

Понимание сути и особенностей параллельных вычислений – это длительный и, как показывает опыт, сложный процесс, в ходе которого «ломаются» привычные стереотипы как в трактовке (чтении), так и в

составлении программного кода. При этом формируется новый способ алгоритмической деятельности – параллельный стиль мышления.

Составляющие параллельного стиля мышления позволили выделить критерии, по которым можно проводить оценку уровня его развития:

1) **критерий декомпозиции**, позволяющий оценить сформированность алгоритмических действий, касающихся анализа задачи, выявления относительно независимых подзадач, укрупнения или усиления декомпозиции в случае необходимости;

2) **Информационно-аналитический критерий**, позволяющий оценить способность устанавливать связи между подзадачами, отображать связи в форме графа и анализировать его, изменять информационный граф, если этого требуют результаты анализа, отделять существенные для решения связи от несущественных, разбивать задачи на подгруппы в зависимости от характера информационных связей.

3) **критерий продуктивности**, характеризующий способность отличать необходимость применения парных операций передачи данных от коллективных, применять функции языка программирования согласно не только графу информационных зависимостей, но и составленному алгоритму, составлять программную реализацию с учетом результатов предварительного анализа и особенностей применяемых функций, определять целесообразность использования того или иного режима передачи сообщений.

Методическая система обучения будущих учителей информатики основам параллельного программирования должна целенаправленно формировать параллельный стиль мышления за счет организации соответствующей деятельности и способствовать успешному усвоению учебного материала.

Согласно определениям различных исследователей (В.П. Беспалько, В.В. Краевского, А.М. Пышкало) под методической системой понимается множество взаимосвязанных компонент, определяющих деятельность субъектов учебно-воспитательного процесса, подчиненную целям обучения, образования и воспитания и направленную на достижение планируемого конечного результата.

К методической системе обучения будущих учителей информатики основам параллельного программирования предъявляются следующие требования:

1. Целевой и содержательный компоненты методической системы обучения должны соответствовать современному уровню развития программирования, вычислительной техники.

2. Должны учитываться особенности обучения студентов программированию в условиях педагогического университета.

3. Учебный материал должен быть представлен в доступной для понимания студентами форме.

4. Должны быть учтены особенности выстраивания алгоритма в рамках параллельной технологии программирования.

5. Должны быть сформированы классы задач, направленные на формирование алгоритмических действий, входящих в структуру параллельного стиля мышления.

6. Должны применяться нелинейные и рекурсивные методы обучения.

7. Должно быть обеспечено активное применение методов визуализации информации и знаний.

8. Самостоятельной работе при обучении параллельному программированию должно уделяться особое внимание.

9. Результаты самостоятельной деятельности студентов должны использоваться для их дальнейшего обучения.

10. Должно быть предусмотрено стимулирование самостоятельной исследовательской деятельности.

В качестве базовых дидактических принципов, определяющих структуру методической системы обучения будущих учителей информатики основам параллельного программирования, приняты:

1) принцип научности содержания и методов обучения, предполагающий соответствие содержания обучения и методов обучения уровню современной науки;

2) принцип доступности, соответствию которому обязывает определенным образом адаптировать сложную для восприятия и понимания теорию параллельных вычислений для обучения студентов педагогического университета;

3) принцип нелинейности;

4) принцип рекурсивности.

Выводы по главе 1. Требования современного информационного общества к уровню предметной подготовки учителя информатики определяют необходимость изучения основ параллельного программирования в системе предметной подготовки педагогов-бакалавров профиля «Информатика». При изучении новой технологии программирования формируется специфический стиль мышления – параллельный. Для формирования параллельного стиля мышления к методической системе предъявляются определенные выше требования.

Во второй главе «Методическая система обучения педагогов-бакалавров профиля «Информатика» основам параллельного программирования» описывается структурно-логическая модель методической системы, включающая цели, дидактические принципы, описание методов отбора содержания, методы, формы и средства обучения, контрольно-измерительные материалы, а также способы организации самостоятельной работы студентов.

Методическая система обучения будущих учителей информатики основам параллельного программирования представлена структурно-логической моделью (рис.3). Модель отражает взаимосвязь компонент методической системы и их состав, выбор подходов к обучению, влияющих на содержание компонент.

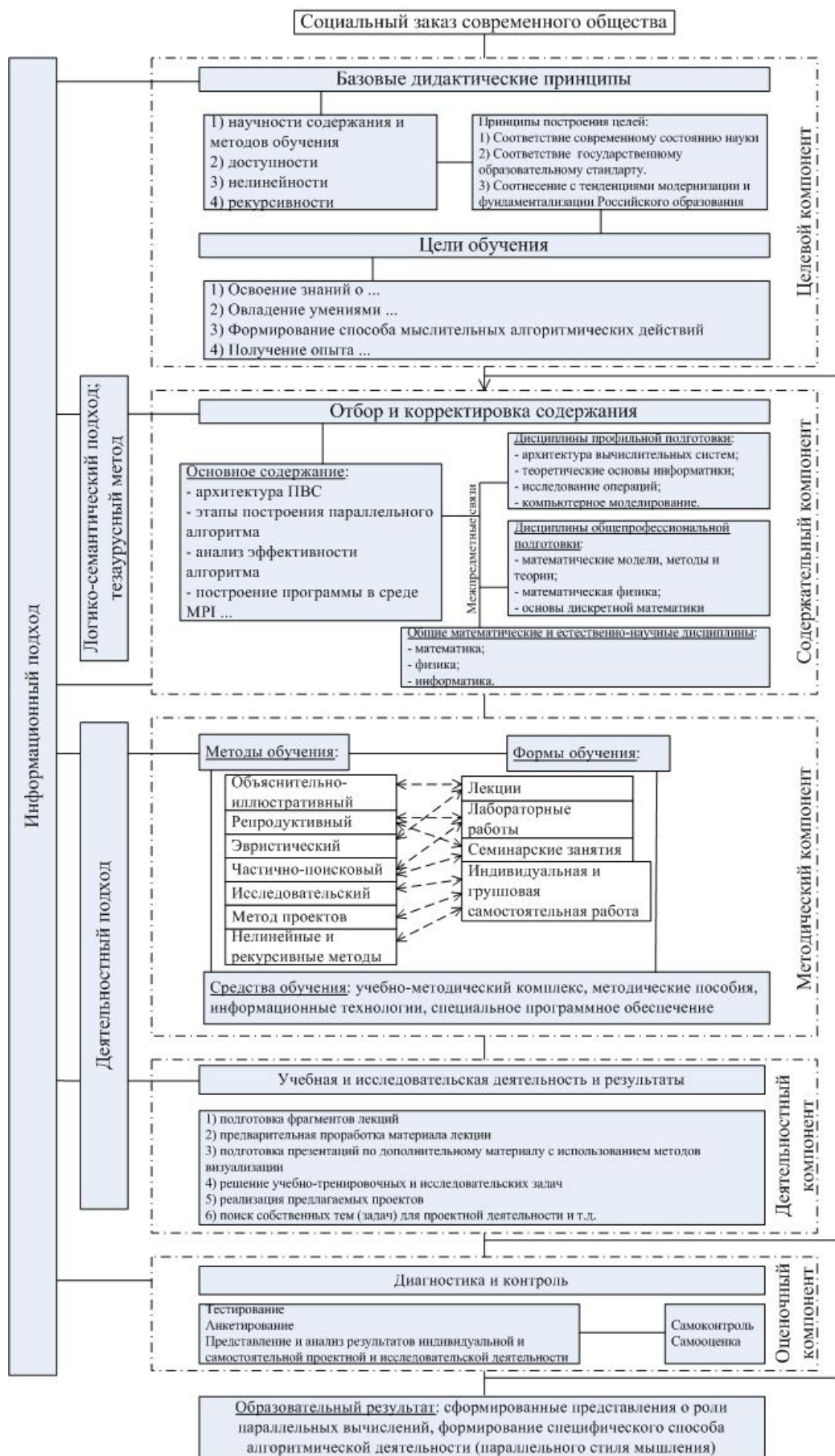


Рис. 3. Структурно-логическая модель методической системы обучения будущих учителей информатики основам параллельного программирования

В основу выстраивания системы целей изучения модуля «Основы параллельного программирования» в педагогическом вузе положены следующие принципы:

1. Соответствие целей и задач обучения параллельному программированию современному состоянию науки в области параллельных вычислений.

2. Соответствие целей и задач обучения параллельному программированию государственному образовательному стандарту.

3. Соотнесение целей изучения параллельного программирования с тенденциями модернизации и фундаментализации российского образования.

Согласно данным принципам выделено несколько групп целей.

1. Освоение знаний о параллельных вычислительных системах и методах их программирования, областях применения различных технологий параллельного программирования, принципах и этапах разработки программ с использованием технологии MPI, применении основных функций библиотеки MPI при решении задач.

2. Овладение умениями составления параллельного алгоритма решения учебных задач, включающих разбиение задачи на подзадачи, определение и анализ информационных зависимостей между подзадачами, организацию информационного взаимодействия между подзадачами средствами технологии MPI.

3. Формирование способа алгоритмических действий, при котором в мыслительный процесс по составлению алгоритма естественным образом вписываются этапы разработки параллельного алгоритма, т.е. формирование параллельного стиля мышления.

4. Получение опыта программирования параллельных вычислительных систем, применения на практике принципов составления параллельных алгоритмов, организации информационного взаимодействия между отдельными подзадачами, применения параллелизма к планированию своей деятельности.

Согласно Беспалько В.П., Пышкало М.М. и др. цель и дидактические принципы определяют содержание обучения.

Параллельные вычисления включают в себя несколько направлений: разработка и анализ эффективности алгоритмов, разработка математических моделей, подходящих для параллельной реализации, создание системного и прикладного программного обеспечения и т.д. Включить в содержание одного модуля элементы всех направлений и тенденций развития области параллельных вычислений не представляется возможным. Таким образом, необходимо выполнить отбор содержания модуля «Основы параллельного программирования» так, чтобы была достигнута поставленная цель, соблюдены принципы и вместе с тем студенты получили основу для дальнейшей самостоятельной работы.

В качестве основного способа отбора содержания выбран информационный подход и логико-тезаурусный метод, рассмотренный в

работах Т.А. Кувалдиной. Данный метод предполагает проведение отбора содержания в несколько этапов:

1. *Идентификация.* Этап предполагает определение целей и назначения учебного курса.

2. *Концептуализация.* На этом этапе определяется состав и номенклатура понятий, выделяются ключевые слова и дескрипторы, составляется глоссарий.

3. *Проектный.* Этап подразумевает проектирование содержания курса в виде системы понятий, построение модели, отражающей естественно-логическую структуру системы понятий.

4. *Аналитический.* На этом этапе происходит разделение модели на части, соответствующие отдельным сложным понятиям – дескрипторам, а также темам и разделам учебного курса.

5. *Сетевого моделирования.* Этап предполагает построение сетевой модели и формально-логических схем (семантических графов понятий), определяющих выбор последовательности изложения.

6. *Оценочный.* Производится анализ модели на непротиворечивость и достижимость.

Результатом процесса отбора является многоуровневая модель содержания модуля «Основы параллельного программирования» (рис. 4), отражающая не только связи между понятийными блоками предметной области, но и межпредметные связи. Предлагаемая модель может расширяться на каждом уровне и позволяет надстраивать дополнительные уровни при необходимости. В модели на каждом уровне представлены не отдельные понятия, а блоки понятий, связанные общей смысловой нагрузкой. Переход к каждому следующему уровню невозможен без изучения содержания предыдущего уровня, а межпредметные связи проявляются на каждом этапе изучения.

На основе модели получено следующее содержание модуля «Основы параллельного программирования» в рамках курса «Программирование»:

Вводный раздел. Входное тестирование и анкетирование.

Раздел 1. Параллелизм. Виды параллелизма. Принципы параллельного программирования. Понятие и виды параллелизма. Перспективы и проблемы разработки параллельных алгоритмов. Примеры параллельных вычислительных систем. Топ-500 параллельных вычислительных систем мира. Модели и словесные примеры параллельных алгоритмов.

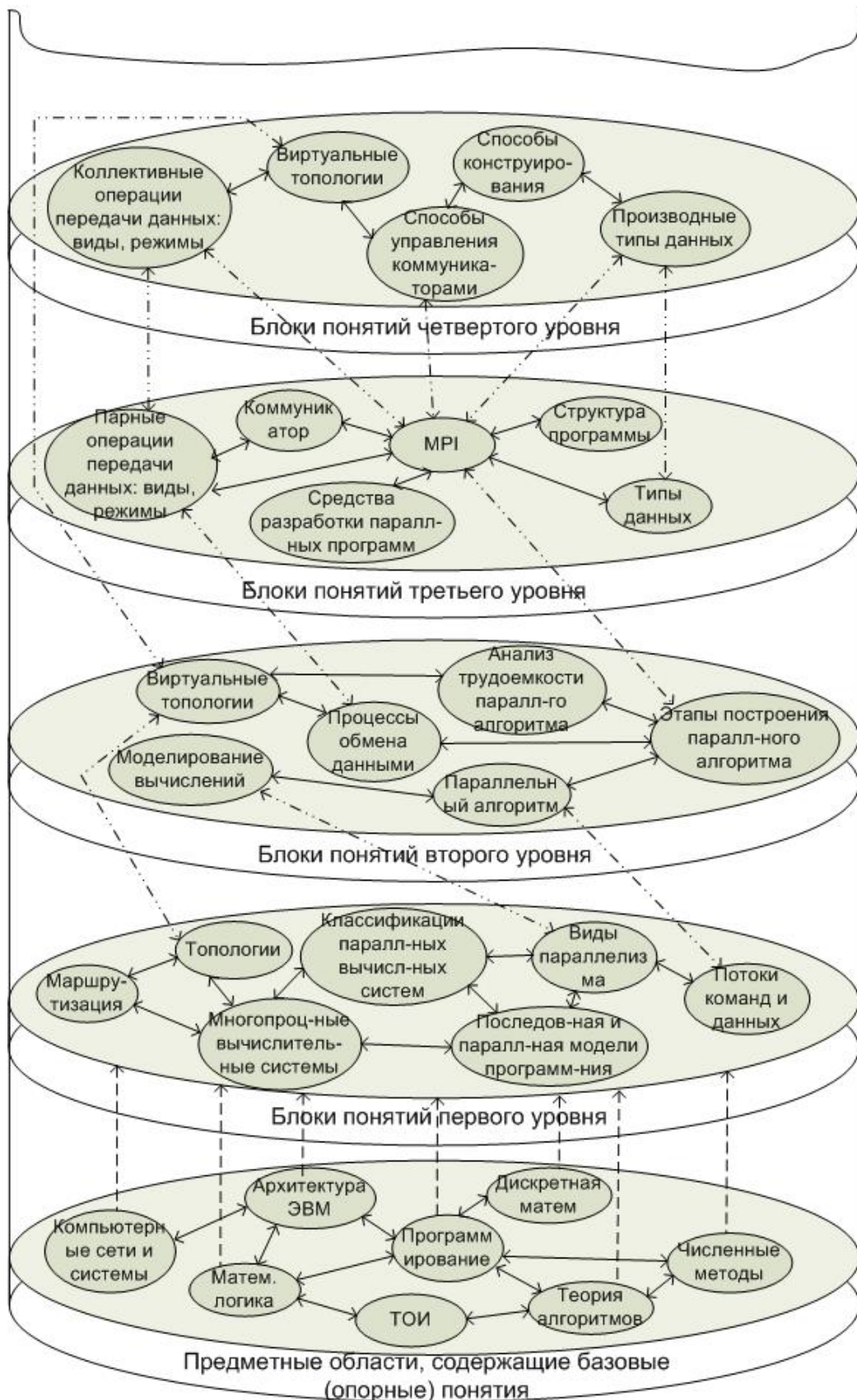


Рис. 4. Модель содержания модуля «Основы параллельного программирования»

Раздел 2. Этапы разработки параллельных алгоритмов. Классификация Флинна. Суперкомпьютеры и кластеры. Системы с распределенной и разделяемой памятью. Виртуальные топологии. Выделение

подзадач: принципы и методы. Определение информационных зависимостей. Организация информационного взаимодействия между подзадачами.

Раздел 3. Оценка эффективности параллельных алгоритмов.

Максимально достижимый параллелизм. Закон Амдаля. Закон Густавсона-Барсиса. Масштабируемость алгоритма. Показатель эффективности параллельного алгоритма. Трудоемкость операции передачи данных для кластерных систем.

Раздел 4. Основы параллельного программирования на примере библиотеки MPI для языка C++. Интерфейс передачи сообщений. Классы задач, решаемые с использованием MPI. Структура MPI-программы. Коммуникаторы. Типы и режимы передачи данных. Применение функций библиотеки на этапе организации информационного взаимодействия между подзадачами. Виртуальные топологии.

Итоговый раздел. Итоговое тестирование.

К образовательным результатам предъявляются следующие требования: студенты, изучившие модуль «Основы параллельного программирования», должны:

знать/понимать:

- понятие параллелизма и его виды;
- перспективы развития параллельных вычислительных систем;
- классификацию параллельных вычислительных систем;
- этапы разработки параллельного алгоритма;
- основные законы, лежащие в основе анализа эффективности алгоритмов;
- основные методы анализа эффективности алгоритмов;
- структуру программы в технологии MPI;
- основные функции организации обмена данными в MPI;
- понятие коммуникатора и его роль в параллельной программе на MPI;
- Типы и режимы обмена данными между процессорами одного коммуникатора;
- виды виртуальных топологий, которые можно организовывать в рамках технологии MPI;

уметь:

- применять этапы разработки параллельных алгоритмов к учебным и проектным задачам;
- анализировать эффективность простых параллельных алгоритмов;
- выделять при решении задачи этапы построения параллельного алгоритма и описывать каждый из них;
- писать параллельную программу с использованием функций библиотеки MPI;
- организовывать передачу в заданном (требуемом) режиме передачи данных;

- компилировать и запускать MPI программу на доступном кластере.

На изучение данного модуля в рабочей программе выделено 42 часа, из них 12 часов лекционных и 12 часов лабораторных занятий. Остальное время отводится на самостоятельную работу.

Базовыми методами преподавания основ параллельного программирования являются нелинейные, частично-поисковые, эвристические, методы проблемного изложения и исследовательские методы, а также метод проектов в сочетании с объяснительно-иллюстративным и репродуктивным методами.

Доминирующую практико-ориентированную направленность курса обеспечивают продуктивные методы, рассмотренные М.П. Лапчиком. Сильно выраженная межпредметность курса определяет целесообразность применения нелинейных и рекурсивных методов обучения, предложенных Н.И. Паком. Высокий уровень абстракции математических моделей и программ определяет необходимость использовать методы визуализации учебного материала, подробно рассмотренные в исследовании Д.А. Бархатовой. Процесс написания параллельного алгоритма отличается сложностью и высоким уровнем абстракции, что является одной из причин возникновения ошибок в программах. Устранить в процессе обучения часть наиболее распространенных недочетов в программах позволяет метод ошибок.

Несмотря на все достоинства продуктивных методов обучения, они, как показывает опыт, не могут играть ведущую роль на протяжении всего времени изучения основ параллельного программирования вследствие сложности и высокого уровня абстракции предлагаемых действий. Тем не менее продуктивные методы обучения могут и должны выступать в качестве поддержки традиционных методов, работать в симбиозе с ними. При этом с усложнением изучаемых разделов доля репродуктивных методов обучения уменьшается, а продуктивных увеличивается.

Формы обучения представляют собой комбинацию аудиторных (лекции, лабораторные работы и семинарские занятия) и самостоятельных (индивидуальная и групповая работа над заданиями и проектами) форм.

Лабораторные занятия строятся на базе продуктивных методов с дополнительным использованием репродуктивных методов обучения. В целом, обучение параллельному программированию на лабораторных работах проводится на относительно простых, уже ставших типовыми, алгоритмах, с постепенным усложнением структуры готовой программы. Создание собственной программы предлагается студентам позднее. Параллельное программирование позволяет рассматривать усложнения программы разного рода: различные способы работы с памятью (например, переход от статических к динамическим переменным), использование обменов данными в разных режимах (синхронных, асинхронных, блокирующих, неблокирующих, парных, коллективных и т.д.), создание пользовательских коммуникаторов и др.

В ходе самостоятельной работы над проектами студенты могут вносить предложения, касающиеся изучения дополнительных тем, обзора какого-либо

класса задач или конкретной модели, т.е. через процесс и результаты самостоятельной работы обучающиеся могут оказывать частичное влияние (в рамках модели) на содержательную часть модуля. Возможность частичного определения содержания своих работ, влияния на содержание лекционных и лабораторных занятий эффективно для повышения мотивации студентов к изучению параллельного программирования, стимулирует их к поиску и изучению неизвестных им моделей и задач, способствует формированию у студентов адекватной оценки своих возможностей.

Для проверки эффективности методической системы обучения будущих учителей информатики «основам параллельного программирования» с 2009 по 2012 годы на базе отделения информатики Института математики, физики и информатики Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева был проведен педагогический эксперимент.

В начале экспериментальной работы был проведен констатирующий эксперимент (2008-2009 гг.), в ходе которого осуществлялось изучение предметной области исследования, опыта применения различных методов и средств обучения параллельному программированию. Задачами исследования на этом этапе являлись: анализ проблематики исследования, определение его актуальности, уточнение методологического аппарата, определение целей обучения, выявление значимости раздела «Основы параллельного программирования» в рамках дисциплины «Программирование» в системе предметной подготовки учителей информатики, констатация уровня готовности студентов к изучению элементов параллельных вычислений, предварительное построение содержания обучения, выбор подходящих методик обучения.

Второй этап педагогического эксперимента проводился в 2009-2010 гг. Во время проведения этого этапа уточнялись теоретические положения и подходы к построению методической системы обучения педагогов-бакалавров профиля «Информатика» основам параллельного программирования. На этом этапе была построена модель методической системы обучения основам параллельного программирования, окончательно определено содержание курса, выстроена система методов и приемов обучения, создан учебно-методический комплекс. Корректировка всех моделей проводилась по результатам обучения студентов отделения информатики на курсах по выбору соответствующей тематики, опросов студентов и преподавателей, работы со школьниками, у которых тема параллельных вычислений вызывает большой интерес.

Третий этап (формирующий) педагогического эксперимента проводился в течение 2010-2012 гг. и был направлен на внедрение модуля «Основы параллельного программирования» в систему предметной подготовки бакалавров-информатиков и проверку эффективности методической системы обучения основам параллельного программирования будущих учителей информатики. Модуль «Основы параллельного программирования» был внедрен на отделении информатики:

1) как часть курса «Языки и методы программирования» для бакалавров педагогического образования, профиль «Информатика», являясь

продолжением данного курса в сторону новой массовой технологии программирования;

2) как курс по выбору для магистрантов педагогического образования, обучающихся по магистерской программе «Информатика в образовании».

Измерения проводились до и после прохождения бакалаврами и магистрантами курса. Всего в эксперименте участвовало 90 человек, из них 60 бакалавров и 30 магистров.

Для контроля и измерений использовались тестирование, контрольные работы, опросы, анкетирование и наблюдение.

Уровень развития параллельного стиля мышления определялся на основании сформулированных в главе 1 настоящей работы критериев: декомпозиции, информационно-аналитического и продуктивности. Поскольку для формирования параллельного стиля мышления важны все три критерия, то их совокупность позволяет определить уровень его сформированности согласно таблице 1.

Таблица 1. Уровни сформированности параллельного стиля мышления

Критерий			Уровень
декомпозиции	информационно-аналитический	продуктивности	
Не выполнен	Не выполнен	Не выполнен	Низкий
Выполнен	Не выполнен	Не выполнен	
Не выполнен	Выполнен	Не выполнен	
Не выполнен	Не выполнен	Выполнен	
Выполнен	Выполнен	Не выполнен	Средний
Не выполнен	Выполнен	Выполнен	
Выполнен	Не выполнен	Выполнен	
Выполнен	Выполнен	Выполнен	Высокий

Выполнимость критерия определялась с помощью соответствующих тестовых заданий, заданий в контрольных работах, результатов наблюдений, опросов и анкетирования. Конкретнее способ определения выполнимости критериев описан в таблице 2.

Таблица 2. Признаки выполнимости критериев сформированности параллельного стиля мышления

Критерий	Признаки выполнимости	Методы измерения и контроля
Декомпозиции Считаем выполненным, если более 60% результатов удовлетворяют	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выделение в заданной конкретной задаче подзадач 2. Определение характера связей между выделенными подзадачами (зависимы/независимы) 3. Ранжирование подзадач по важности для решения 	Тестирование Наблюдение Опрос Контрольные работы

<p>признакам выполнимости</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4. Поиск ошибок в предложенном разбиении 5. Определение по заданному набору подзадач возможного варианта исходной задачи 6. Осознание необходимости данного этапа и его выполнение при решении задачи 	
<p>Информационно-аналитический</p> <p>Считаем выполненным, если более 60% результатов удовлетворяют признакам выполнимости</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уточнение характера связей между подзадачами общей задачи (существенные/несущественные, сильные/слабые) 2. Объединение подзадач в группы (укрупнение) по признаку частоты информационных взаимодействий 3. Разбиение подзадач на более мелкие в случае необходимости и обоснование таковой необходимости 4. Описание графа информационных зависимостей между подзадачами 5. Анализ графа информационных зависимостей 6. Описание возникающих трудностей и выявление недостающих знаний 	<p>Тестирование</p> <p>Учебно-тренировочные задания</p> <p>Наблюдение</p> <p>Анкетирование</p>
<p>Продуктивности</p> <p>Считаем выполненным, если более 60% результатов удовлетворяют признакам выполнимости</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение по результатам анализа способов и режимов организации обмена данными в задаче 2. Сопоставление определенного способа обмена и соответствующей программной функции 3. Определение количества необходимых переменных и их роли на каждом из процессов 4. Построение линейных, разветвляющихся и циклических программных конструкций, реализующих обмен данными выбранным способом в выбранном режиме 5. Осознание характера 	<p>Тестирование</p> <p>Наблюдение</p> <p>Анкетирование</p> <p>Опрос</p>

	возникающих затруднений и проблем при программной реализации	
--	--	--

Нужно заметить, что поскольку на этапе констатирующего эксперимента у студентов нет знаний, касающихся реализации параллельного алгоритма (критерий продуктивности), то и задания им предлагаются описательного характера, в которых студенты могут предположить необходимость того или иного способа обмена.

На констатирующем этапе эксперимента проводилось входное тестирование с целью определения у студентов-бакалавров уровня базовых знаний, необходимых для успешного изучения модуля «Основы параллельного программирования». К базовым относятся основы программирования на языке Си, элементы математического моделирования, элементы линейной алгебры. Результаты тестирования представлены на диаграмме (рис. 5).

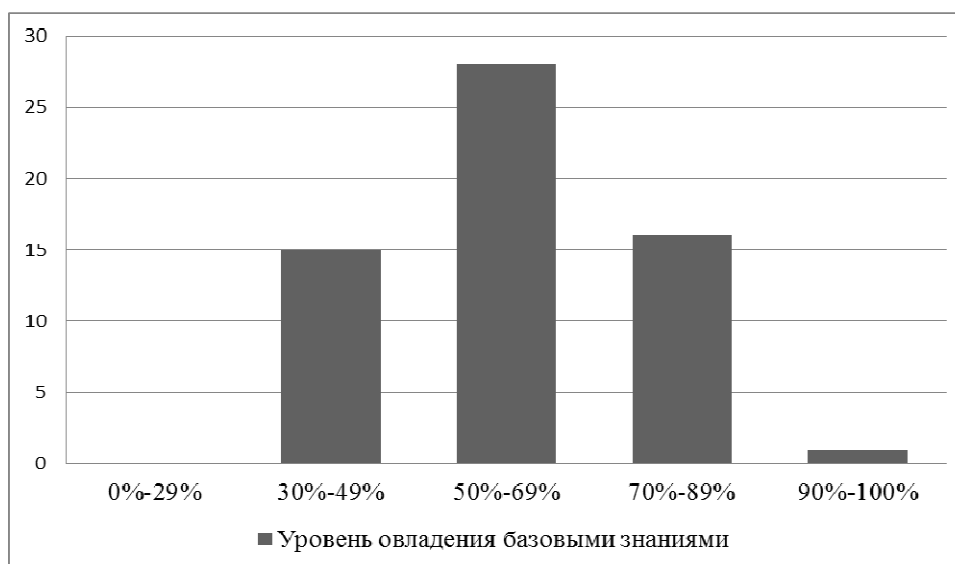


Рис. 5. Уровни овладения базовыми знаниями перед началом изучения модуля

Итоги входного тестирования показали, что большая часть студентов – более 70% – владеют необходимыми для изучения основ параллельного программирования знаниями удовлетворительно и хорошо. Таким образом, студенты к моменту начала изучения материала модуля готовы к освоению новых знаний.

Также в тестирование и контрольные работы включались задания, соответствующие признакам выполнимости критериев, указанных в таблице 2, с целью определения уровня сформированности параллельного стиля мышления на пропедевтическом этапе.

На формирующем этапе эксперимента оценивалась эффективность разработанной методической системы. Для этого был проведен сравнительный анализ распределения по уровням сформированности параллельного стиля мышления одних и тех же студентов – до начала изучения модуля «Основы параллельного программирования» и после его изучения (с целью выяснения

влияния обучения на формирование параллельного стиля мышления). Также проводился сравнительный анализ результатов изучения модуля в 2010-2011 учебном году, когда методическая система обучения реализовывалась не в полном объеме, и в 2011-2012 учебном году, когда она была доработана и откорректирована с учетом результатов апробации и реализации информационно-деятельностного подхода к ее разработке.

В процессе изучения модуля проводилось анкетирование, результаты которого показывают, что параллельные вычисления интересуют студентов, но также анкетлируемые отмечают сложность материала и большие временные затраты на его освоение и написание параллельных алгоритмов.

Эффективность методической системы обучения основам параллельного программирования будущих учителей информатики проверялась по уровню сформированности действий, характерных для построения параллельных алгоритмов: разбиение задачи на подзадачи, установление информационных зависимостей между подзадачами, организация информационного взаимодействия между процессами программы, т.е. уровню сформированности параллельного стиля мышления.

На рис. 6 приведены сравнительные результаты, полученные на констатирующем и формирующем этапах эксперимента (до начала изучения модуля «Основы параллельного программирования» и после окончания его изучения).

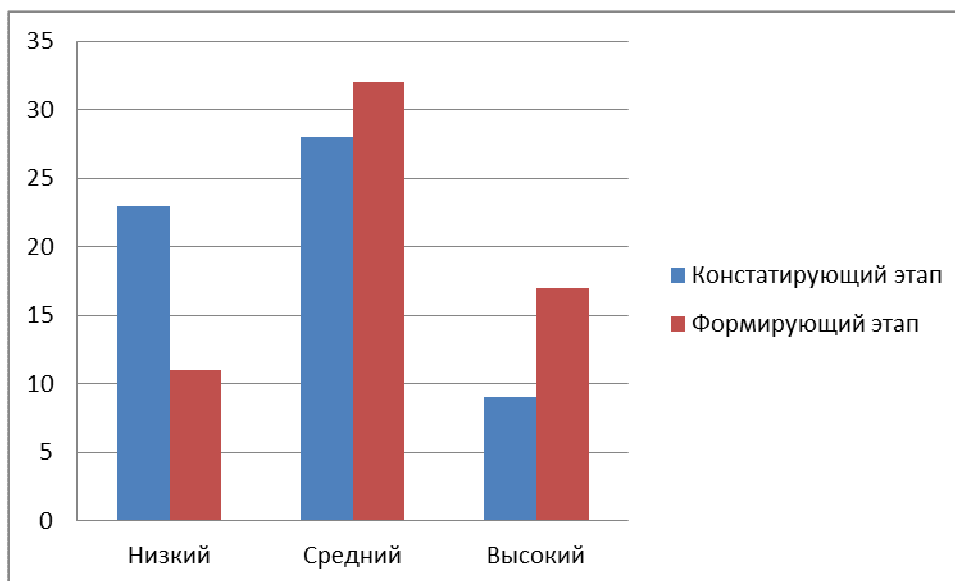


Рис. 6. Уровни развития параллельного стиля мышления на констатирующем и формирующем этапах эксперимента

Анализ полученных результатов, проведенный на заключительном этапе эксперимента, показывает наличие разницы в распределении студентов по уровням сформированности параллельного стиля мышления. Так, количество студентов с низким уровнем сократилось в 2,09 раза, со средним и высоким увеличилось в 1,32 и в 1,33 раза, соответственно.

Анализ экспериментальных данных двух лет (рис. 7) позволил провести сравнительный статистический анализ эффективности методической системы

обучения основам параллельного программирования будущих учителей информатики в динамике.

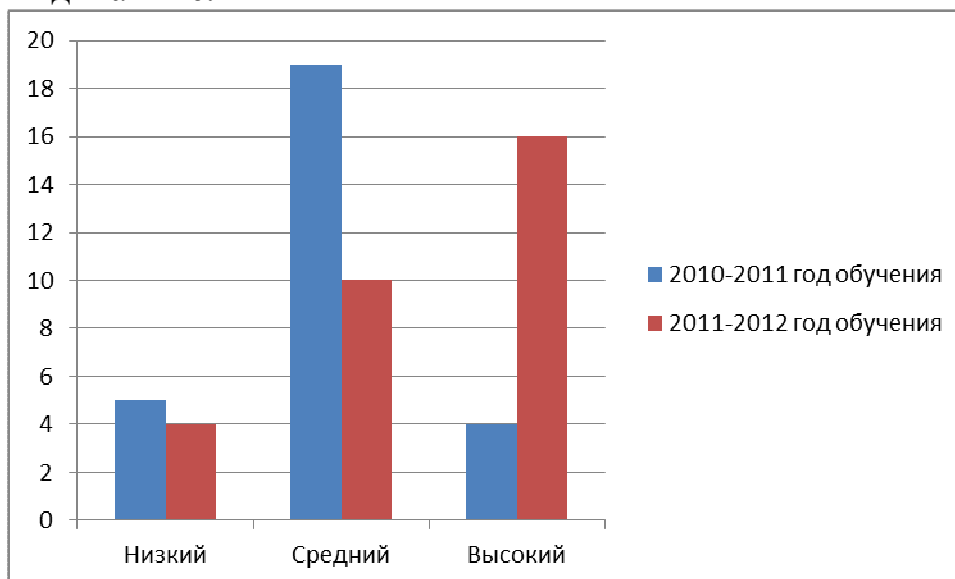


Рис. 7. Динамика изменения результатов обучения

Для определения достоверности полученных результатов был использован статистический критерий χ^2 .

По результатам статистических расчетов (на момент окончания изучения модуля) значение $\chi^2_{\text{эмп}}=8,67$ при уровне статистической значимости 0,05 (при $\chi^2_{\text{крит}}=5,99$). Поскольку $\chi^2_{\text{эмп}} > \chi^2_{\text{крит}}$, то достоверность различий характеристик групп, изучавших курс в 2010-2011 и 2011-2012 уч. году, составляет 95%, что позволяет сделать вывод об эффективности используемой методической системы.

Выводы по главе 2.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что гипотеза исследования подтверждена: методическая система обучения педагогов-бакалавров профиля «Информатика» основам параллельного программирования, построенная на основе пространственно-временной информационной модели памяти и информационно-деятельностной модели формирования мышления с расширенным спектром целей, тщательным отбором и постоянной коррекцией содержания, с использованием нелинейных и рекурсивных методов обучения, способствует формированию и развитию их параллельного стиля мышления, а также успешности усвоения содержания курса.

В заключении диссертации приведены основные результаты проведенного исследования.

1. Анализ современного состояния развития вычислительной техники и системы высшего профессионального образования показал необходимость введения в систему предметной подготовки педагогов-бакалавров профиля «информатика» в области программирования элементов параллельного программирования.

2. На основе пространственно-временной модели памяти и положений психологии уточнена и выявлена сущность понятия «параллельный стиль мышления».

3. Изучение основ параллельного программирования добавляет в алгоритмическую деятельность новые этапы и действия, которые способствуют формированию параллельного стиля мышления, определенного нами как специфический способ мыслительной алгоритмической деятельности.

4. На основании дополнительных этапов и способов мыслительной деятельности выделены три критерия, которые в совокупности могут охарактеризовать уровень развития параллельного стиля мышления.

5. На основе информационного и деятельностного подходов построена модель методической системы обучения педагогов-бакалавров основам параллельного программирования, включающая систему целей, содержание модуля, отобранное на основе логико-семантического подхода, систему методов и приемов обучения, комплекс средств и форм обучения, контрольно-измерительных материалов.

6. Разработана методическая система обучения будущих учителей информатики модулю «Основы параллельного программирования» в рамках курса «Программирование», включающая учебно-методический комплекс дисциплины.

7. Результаты проведенного педагогического эксперимента показали, что методическая система обучения студентов параллельному программированию обеспечивает им успешное усвоение учебного материала, а также оказывает влияние на формирование параллельного стиля мышления.

Таким образом, цель исследования достигнута, выдвинутая гипотеза подтверждена.

Основные результаты диссертационного исследования отражены в следующих публикациях автора:

Публикации в научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

1. Сокольская М.А. Отбор содержания курса «Основы параллельного программирования» на основе информационного подхода. // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2011. №3 (17) / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2011. С. 180-185.

2. Сокольская М.А., Степанова Т.А. Уточнение понятия «параллельный стиль мышления» на основе информационно-деятельностного подхода. // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2012. №1 (18) / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2012. (авт. – 50%).

Учебно-методические издания.

3. Сокольская М.А. Основы параллельного программирования: учебное пособие // Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2012.

Научные статьи и материалы выступлений на конференциях.

4. Сокольская М.А. О содержании специального курса «Введение в параллельное программирование». // Инновационные процессы в современном образовании России как важнейшая предпосылка социально-экономического развития общества: сборник докладов региональной научно-практической конференции. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. С. 123-125.

5. Сокольская М.А. О содержании курса «Визуальное программирование» с основами параллельного программирования // Открытое образование: опыт, проблемы, перспективы: материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Красноярск, 2009. С. 208-211.

6. Сокольская М.А. Развитие алгоритмического мышления студентов в процессе изучения курса «Основы параллельного программирования» в рамках информационного подхода. // Материалы V международной научно-методической конференции «Математическое моделирование и информационные технологии в образовании и науке» (ММ ИТОН), посвященной 25-летию информатики в школе. В трех томах. Т. II. Алматы, 2010. С. 241-243.

7. Сокольская М.А. К вопросу отбора содержания курса «Основы параллельного программирования» на основе логико-семантического подхода и тезаурусного метода. // Инновационная интегрированная система профессионального образования: проблемы и пути развития. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. / Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. 2011. С. 360-362.

8. Рукосуева Д.А., Сокольская М.А., Нигматулина Э.А. Методология информационного подхода к визуализации абстрактных понятий курса «Информатика». // Ершовская конференция по информатике. Секция «Информатика образования». Новосибирск, 2011. С. 93-98 (авт. 30%).

9. Нигматулина Э.А., Сокольская М.А., Степанова Т.А. Расширение понятия алгоритмического мышления при изучении современных технологий программирования в педагогическом вузе. // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Педагогический профессионализм в образовании». – Новосибирск, 2012. (авт. 40%)

10. Сокольская М.А. О методах обучения основам параллельного программирования будущих учителей информатики. // Инновации в непрерывном образовании. №4. 2012.

Подписано в печать 17.02.12. Формат 60x84 ¹/₁₆
Усл. печ. л. 1,5. Бумага офсетная.
Тираж 130 экз. Заказ 2-46

Отпечатано в типографии «ЛИТЕРА-принт»,
т. 295-03-40