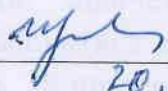


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК  
Кафедра программного обеспечения

ДОПУЩЕНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК  
И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ  
ЗАИМСТВОВАНИЯ

Заведующий кафедрой  
д.п.н., профессор

  
И.Г. Захарова

20 июня 2016 г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

ЭЛЕМЕНТЫ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КУРСЕ

«ИНФОРМАТИКА»

СТУДЕНТОВ ФТИ ТЮМГУ

02.04.03. Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Магистерская программа «Высокопроизводительные вычислительные системы»

Выполнила работу  
Студентка 2 курса  
очной формы обучения

Научный руководитель  
д. п. н., профессор

Рецензент  
к.п.н., доцент кафедры алгебры и  
математической логики  
ФГБОУ ВО «ТюмГУ»

Пряхина  
Елена  
Николаевна

Захарова  
Ирина  
Гелиевна

Бердюгина  
Оксана  
Николаевна



Тюмень 2016

## Содержание

Введение.....	2
Глава 1. Традиционные вопросы, изучаемые в курсе «Информатика» .....	5
1.1. Предмет «Информатика» в программах общеобразовательных школ ....	5
1.2. Обзор предметной области информатики.....	12
1.3. Суперкомпьютер и суперкомпьютерные технологии в истории .....	21
развития информатики .....	21
1.4. Назначение и область использования суперкомпьютера .....	27
Глава 2. Суперкомпьютерные технологии в высшем образовании.....	31
2.1. Суперкомпьютерные технологии в изучение курса «Информатика» по .....	31
направлениям «Физика» и «Техническая физика» .....	31
2.2. Введение элементов суперкомпьютерных технологий в курсе «Информатика» по направлениям «Физика» и «Техническая физика».....	34
2.3. Основные понятия параллельного программирования в лекциях.....	41
2.4. Лабораторная работа «Параллельные вычисления в задачах» .....	45
Заключение .....	58
Список литературы .....	60

### Введение

Появление качественно новых электронных устройств ведет к ощутимым результатам в области развития вычислительной техники. Вместе с тем, применение более совершенных ЭВМ заметно расширяет круг решаемых задач. В настоящее время приоритетным направлением развития

вычислительной техники является разработка и создание сверхмощных компьютеров - суперЭВМ.

На передний план выходят исследования, которые изучают явления с быстротекущими и протекающими крайне медленно процессами. В этом случае, принято говорить о применении технологии высокопроизводительных вычислений. Подобного плана задачи решаются студентами-физиками.

Целью освоения дисциплины «Информатика» по направлениям подготовки «Физика» и «Техническая физика» Физико-технического института ТюмГУ является получение высшего образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности с применением современных компьютерных технологий.

В традиционной программе курса изучение основных понятий суперкомпьютерных технологий, вопросов использования суперкомпьютеров для решения задач не предполагается.

Следовательно, возникает необходимость в корректировке учебной программы для студентов, указанных направлений, с целью формирования у них соответствующих компетенций.

Этим обусловлен выбор темы магистерской диссертации «Элементы суперкомпьютерных технологий в преподавании дисциплины «Информатика» направлений ФТИ ТюмГУ».

Объект исследования – содержание дисциплины «Информатика», преподаваемой в первом семестре.

Предмет исследования – преподавание дисциплины «Информатика» по направлениям подготовки 03.03.02 Физика и 16.03.01 Техническая физика с квалификацией бакалавр.

Целью научно-исследовательской работы является модернизация учебной программы дисциплины «Информатика» для студентов направлений Физико-технического института ТюмГУ путем внедрения в образовательный процесс основных понятий в области суперкомпьютерных технологий.

В числе основных задач:

1. Обоснование необходимости введения изучения элементов суперкомпьютерных технологий в курс «Информатика» для студентов направлений Физико-технического института ТюмГУ.
2. Выделение основных задач в различных областях деятельности, решаемых с использованием суперкомпьютеров.
3. Разработка учебно-методического комплекса по дисциплине «Информатика» направлений Физика и Техническая физика. Мы предполагаем, что в результате пересмотра подхода преподавания курса «Информатика» вследствие введения элементов суперкомпьютерных технологий у студентов будут сформированы:
  - представления об архитектуре суперЭВМ;
  - знания об основах параллельного программирования;
  - представления об использовании суперЭВМ в вычислительных задачах физики;
  - навыки решения задач на основе построения параллельного алгоритма.

Теоретическая и практическая значимость исследования:

- введение в курс информатики по направлениям подготовки 03.03.02 Физика и 16.03.01 Техническая физика с квалификацией бакалавр элементов суперкомпьютерных технологий;
- разработка критериев оценки степени освоения дисциплины «Информатика» на основе содержания общепрофессиональных компетенций, содержащихся в требованиях Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлениям подготовки 03.03.02 Физика и 16.03.01 Техническая физика с квалификацией бакалавр;

- корректировка содержания учебной программы и разработка примерных контрольно-измерительных материалов, заданий для лабораторной работы и самостоятельной работы студентов.

Методологическая основа исследования: изучение опыта реализации проектов, инициатив и работ, способствующих развитию суперкомпьютерного образования.

Методы исследования: эмпирические, экспериментальнотеоретические, содержательные и формальные.

Результаты работы опубликованы в сборниках конференций, журналах Перечня ВАК. В рамках проведенного исследования автор работы стал победителем первого этапа Стипендиального конкурса благотворительного фонда В. Потанина и участником второго отборочного тура.

## **Глава 1. Традиционные вопросы, изучаемые в курсе «Информатика»**

### **1.1. Предмет «Информатика» в программах общеобразовательных школ**

Дисциплину информатика можно считать одной из самых «молодых» дисциплин, изучаемых в школе и университете. Исторически сложилось, что понятие «Информатика» имеет множество определений и трактуется поразному. Например, в Большом толковом словаре русского языка можно прочесть следующее: «информатика - и; ж. Дисциплина, изучающая структуру, общие свойства и методы передачи научной информации».[7]

На сайте «Энциклопедии и словари» имеются и другие определения. Информатика как самостоятельная область человеческой деятельности была выделена в основном в связи с развитием компьютерной техники. Прогресс в элементной базе вычислительных машин определил назначение информатики в области процессов передачи и обработки информации. [29]

На основе перечисленных информационных процессов, совокупность объектов вступает в информационное взаимодействие. В результате можно говорить о том, что это взаимодействие обеспечило появление такого понятия, как «Информационное пространство». [12]

Специалист любой предметной области должен уметь получать, обрабатывать и использовать информацию с помощью компьютера, средств телекоммуникаций с целью эффективной и свободной ориентации в информационном пространстве.

Таким образом, в истории образования выделяется период, когда элементы информатики стали постепенно проникать в учебные планы общеобразовательных школ. Этот процесс проходил на основе опытов по изучению учащимися элементов программирования и кибернетики.

Например, в конце 1950-х гг. с участием и под руководством А. П. Ершова (1931—1988) - организатора работ по созданию первой внедренной версии школьной информатики в ряде школ Новосибирска на базе вычислительной техники, принадлежащей Академгородку - возникали группы учащихся по изучению начал программирования для ЭВМ. [1].

В то время большую роль в активизации работ в области обучения школьников программированию играли энтузиасты-ученые из университетов и научно-исследовательских институтов страны. Это не носило еще регулярного и постоянного характера изучения дисциплины программирования, но стало первым шагом к реализации самой идеи обучения учащихся.

Информатика сформировалась на основах таких наук, как математика и кибернетика. Следует отметить особую роль развитию математической логики и сформулированным теоретическим предпосылкам в кибернетике.

Содержание науки кибернетика и информатика имеют в основе много общего. Оба эти направления в науке исследуют общие законы движения информации. Различия, прежде всего в том, что кибернетика - в произвольных

системах, информатика – общие закономерности движения информации в природе в социальных системах. При этом, кибернетические принципы не зависят от частных реальных систем, а вот принципы информатики находятся в тесной связи с функционированием реальных систем. [26]

Структура предметной области информатики включает в себя 4 раздела:

- теоретическая информатика,
- средства информатизации,
- информационные технологии,
- социальная информатика.

В средних школах бывшего СССР с 1 сентября 1985 г. был введен учебный предмет «Информатика». Преподавание информатики велось в старших классах – 9 классы и 10-е классы общеобразовательной школы. В то время дисциплина называлась «Основы информатики и вычислительной техники» (ОИВТ).

С 2004 года данный предмет стал называться «Информатика и информационно-коммуникационные технологии», еще одно аналогичное название – «Информатика и ИКТ». Следует отметить, что период появления информатики как самостоятельной науки и внедрения изучения предмета «Информатика» в курс общеобразовательной школы очень короткий. Пожалуй, можно утверждать, что ни одна наука не имела такого успеха. Изначально, преподавание информатики велось в старших только классах, в настоящее время изучение предмета вводится в начальной школе.

Информатика в общеобразовательной школе предполагает изучение основ исследования и разработку программного, технического, учебно-методического и организационного обеспечения применения компьютеров в образовательном процессе, приобретение навыков использования

информационно-коммуникационных технологий, эффективного использования информационных ресурсов.

В связи с введением предмета информатики в общеобразовательных школах остро встал вопрос подготовки кадров. Для решения возникшей проблемы проводились специальные курсы. Интенсивная подготовка велась с учителями и преподавателями математики и физики [25]. Так же в этот процесс были включены выпускники физико-математических факультетов, прошедшие ускоренную углубленную подготовку в области информатики и вычислительной техники.

В то же время Министерством просвещения СССР были приняты оперативные организационно-методические меры по организации регулярной подготовки учителей информатики и вычислительной техники на базе физико-математических факультетов пединститутов [1].

Некоторые попытки ввести краткий ознакомительный курс программирования для ЭВМ в 1964 г. появился в учебных планах физикоматематических факультетов педагогических вузов. В 1970 г. учебные планы включали обновленный курс «Вычислительные машины и программирование». К сожалению, содержание программы этой дисциплины не способствовало желаемому развитию программирования.

Курс «Вычислительная математика и программирование», который был введен в 1976 г., был уже в большей степени ориентирован на изучение программирования и предполагал освоение языка высокого уровня Алгол60 [21]. В то время некоторые педагогические вузы обеспечивались малыми ЭВМ такими например, как «Наири», «Проминь», «Мир».

К концу 1970-х гг. в педвузах России было открыто лишь четыре кафедры программирования и вычислительной математики (Москва, Ленинград, Свердловск, Омск), а первые персональные ЭВМ (отечественные ПЭВМ ряда «Искра», «ДВК», «Электроника») стали появляться в очень



ограниченном количестве и в очень ограниченном числе педвузов практически лишь к середине 1980-х гг. [24].

Необходимо было решать вопрос регулярной и качественной подготовки узких специалистов в области информатики, в частности, учителей информатики общеобразовательных школ. Выпускники физикоматематических факультетов пединститутов получали соответствующую подготовку в области компьютерного образования.

В 1985 году, был введен в учебные планы педагогических вузов учебный курс «Методика преподавания информатики». Подготовка будущих учителей осуществлялась на базе физико-математических факультетов по дополнительной специальности «Информатика» [25]. Первый набор абитуриентов на специальность «Информатика» как основную был сделан в 1993 г. в Омском государственном педагогическом университете. Спустя два года начал действовать Государственный стандарт высшего педагогического образования по специальности «Информатика».

Структуру информатики составляют следующие основные взаимосвязанные части:

- технические средства (hardware);
- программные средства (software);
- алгоритмические средства (brainware).

Следует заметить, что информатика включает в себя различные отрасли науки, техники и производства, которые связаны с хранением, обработкой и передачей информации с помощью компьютеров и телекоммуникационных средств связи во всех сферах человеческой деятельности.

Поэтому такое направление как социальная информатика развивается в России, начиная с 1990 года. Предполагалось, что оно станет научной базой для формирования информационного общества. Помимо этого, в Российской академии наук разрабатывались философские, семиотические и лингвистические основы информатики, формировались новые подходы к

структуризации предметной области информатики, учитывающие её перспективные направления развития и современные тенденции развития образования и науки. [18].

В это же время разработана была концепция и методология изучения социальной информатики в системе высшего образования.

Важным событием в период 1993-1995 гг. стало обсуждение фундаментальных проблем информатики на пленарном заседании Международного конгресса «Информационные процессы и технологии», который состоялся в 1993 г. в Москве. Впервые была аргументирована необходимость целенаправленного изучения информационных процессов в неживой природе. В настоящее время это направление активно развивается, и получило в России название физической информатики.

Спустя некоторое время в Российской академии наук получили развитие также философские, семиотические и лингвистические основы информатики, были сформированы новые подходы к структуризации ее предметной области, которые учитывают не только актуальные и перспективные направления развития самой информатики, но и современные тенденции развития науки и образования.

Следующей ступенькой в развитии информатики в образовании была инициатива о переходе к перспективной системе образования, основанной на новых принципах изучения информатики как фундаментальной естественной науки и общеобразовательной дисциплины.

В этот период активизировалась работа по введению в учебные программы вузов страны дисциплин, связанных с изучением различных направлений в области информатики. На базе математических факультетов, физико-математических факультетов образовывались кафедры информатики, математики и информатики, прикладной информатики, программирования и информатики и др.

Результатом дальнейшего развития системы образования и совершенствования учебных образовательных программ было образование факультетов и институтов, основной деятельностью которых являлась реализация программ высшего профессионального образования с целью подготовки высококлассных специалистов в различных областях деятельности, связанных с компьютерной техникой, системами телекоммуникации, программированием, разработкой программного обеспечения и обеспечением информационной безопасности.

Например, в Томском государственном университете в 1986 г. на базе кафедры программирования и информатики ФПМК, кафедры экономической кибернетики ЭФ, лаборатории вычислительных систем СФТИ и вычислительного центра ТГУ был образован Факультет информатики (до 1992 г. учебно-научный комплекс «Информатика»). Кроме этого, несколько позже, в 2006 году на кафедре программной инженерии, открыты ряд научноисследовательских лабораторий. [42]

Еще одним примером могут служить изменения системе образования Ивановского государственного университета. Еще в 60-х годах прошлого века в учебные планы математического факультета было включено изучение компьютерных наук и вычислительной техники. Планомерное развитие этого направления позволило открыть сначала специализацию "Вычислительная и прикладная математика", а затем в 2002 году и самостоятельную образовательную программу "Математика. Компьютерные науки". [20]

В этот же период времени не только разрабатывались новые образовательные программы, открывались специализированные факультеты, но и на их базе формировались институты.

В частности, Институт математики и компьютерных наук создан 6 декабря 2005 года на базе факультета математики и компьютерных наук в составе Тюменского государственного университета.

Подобные преобразования шли по всей России.

## 1.2. Обзор предметной области информатики

В современной структуре предмета информатики выделяются пять сегментов, которые являются самостоятельными научно-исследовательскими направлениями:

1. Теоретическая информатика.
2. Техническая информатика.
3. Социальная информатика
4. Биологическая информатика.
5. Физическая информатика.

Как известно, предмет информатики не может рассматриваться в отрыве от такого понятия, как информационные процессы. Именно поиск, обработка и хранение информации являются общим, когда идет речь о живой и неживой природе, окружающем нас мире.

В неживой природе определены такие среды, как физиосфера (естественная природная среда) и техносфера (искусственная природа, созданная человеком), в которых происходят информационные процессы.

Биосфера (естественная природная среда живых организмов и растений) и социосфера (человеческое общество) входят в состав живой природы.

В настоящее время тенденции развития науки информатики заключаются в том, что происходит развитие информатики как междисциплинарного научного направления.

Информатика не существует сама по себе. Она является комплексной научно-технической дисциплиной, призванной создавать новые информационные техники и технологии для решения задач в различных областях.

Разработка методов и средств преобразования информации и их использовании в организации технологического процесса переработки

информации - главная функция информатики. Основными задачами информатики являются:

- исследование информационных процессов любой природы;
- разработка информационной техники и создание новейшей технологии переработки информации на базе полученных результатов исследования информационных процессов;
- решение научных и инженерных проблем создания, внедрения и обеспечения эффективного использования компьютерной техники технологии во всех сферах общественной жизни.

Группа фундаментальных наук, которая в равной степени относится и к математике, и к кибернетике образует теоретическую основу информатики. Эту группу составляют теория информации, теория алгоритмов, математическая логика, комбинаторный анализ, формальная грамматика и т. д.

При этом следует отметить, что информатика имеет собственные разделы: в частности, операционные системы, архитектура ЭВМ, объектноориентированное программирование, теория баз данных, теория игр, высокопроизводительные вычисления и др.

Центральным понятием информатики является информационная технология, выступающая как совокупность конкретных технических и программных средств, с помощью которых выполняются разнообразные операции по обработке информации во всех сферах жизнедеятельности человека. Понятие информационной технологии включает множество специфических технологий: технология работы с текстовым редактором, Web-технология, технология создания презентаций, сетевые технологии и т.д.

В целом состав курса «Информатика» традиционно включает следующие направления:

- информация и информационные процессы;

- представление информации;
- архитектура компьютера;
- формализация и моделирование; – алгоритмизация и программирование; – информационные технологии.

Необходимо отметить, что эти темы определяют основные разделы предмета «Информатика» в средней основной школе. Не претерпевает больших изменений и содержание учебной программы, которая определяется перечнем формируемых компетенций у студентов первого года обучения высшей школы в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом.

В теме «Информация и информационные процессы» раскрываются понятия, связанные с определением и измерением информации, информационных процессов и процессов управления в природе и обществе, информационные модели.

Ключевыми вопросами данной темы являются следующие:

- определение информации;
- измерение информации;
- хранение информации;
- передача информации;
- обработка информации.

Как правило, разговору о понятии информации предшествует формулировка определения «Информатика». В курсе общеобразовательной школы информатика рассматривается как предмет для изучения. Понятие информации практически не раскрывается, а принимается как очевидное и вполне понятное на интуитивном уровне.

При изучении дисциплины «Информатика» в вузе предполагается, что знакомство с этой темой начинается с более подробного исследования вопросов назначения информатики не только как предмета, но и как научного

направления. Возникает необходимость дать определение понятию «Информация» в более общем виде. Поэтому, для ознакомления предлагаются различные формулировки и подходы к раскрытию этого термина.

Измерение информации в основной общей школе рассматривается с использованием двух подходов – содержательный и алфавитный. Базовый курс общеобразовательной школы предполагает изучение алфавитного подхода с позиции равновероятного приближения. Однако это значительно упрощает понимание, но несколько искажает суть содержания указанной темы. Содержание дисциплины «Информатика» для студентов предполагает изложение алфавитного подхода более углубленно, без допущения равновероятности символов.

Направление «Информация и информационные процессы» включает следующие вопросы для изучения - хранение информации, обработка информации и передача информации, которые можно объединить в одну тему «Информационные процессы». Само это понятие также является базовым. Каждый из процессов рассматривается как в отрыве от привязки к компьютеру, так и далее в тесной связи.

Давая представление о хранении информации, разбираются понятия «носитель информации», «внутренняя память», «внешняя память», «хранилище информации».

Тема «Обработка информации» представлена общей схемой процесса обработки, постановкой задачи, исполнителем и алгоритмом обработки, типовыми задачами.

Этот материал очень важен для изучения, так как является основным при освоении в дальнейшем темы алгоритмизации, которая является в вузе отдельно изучаемой дисциплиной «Основы алгоритмизации и программирования».

В школьном курсе рассматривается два типа обработки информации: обработка, связанная с получением новой информации, формирования нового

содержания знаний и обработка, связанная с изменением формы, неизменяемая содержания.

В содержании направления «Передача информации» изучаются следующие вопросы:

- источник и приемник информации, информационные каналы;
- роль органов чувств человека;
- структура технических систем связи;
- кодирование и декодирование, понятие и приемы защиты от шума; – скорость передачи информации и пропускная способность канала.

В школьном курсе существуют требования, которые предполагают умения школьников приводить конкретные примеры процесса передачи информации, определять источник и приемник информации, используемые каналы передачи информации.

Для студентов вузов в базовый курс информатики включается изучение основных понятий технической теории связи, которая была разработана американским ученым Клодом Шенноном (Shannon, 1916 — 2001). Он явился одним из основателей теории информации и предложил схему процесса передачи информации по техническим каналам связи. Делается ссылка на его статью "Математическая теория связи". Для общего развития предлагается информация о том, что Шеннон, наряду с фон Нейманом, являлся основателем теории автоматов, теории систем управления.

Отмечается, что Клод Шеннон придумал шифрование и уплотнение каналов связи и создал первую логическую машину, способную выбираться из лабиринта.

Излагая технические способы защиты каналов связи от воздействия шумов, школьники знакомятся с разными способами. Разбираются примеры наиболее простые для понимания. Студентам предлагается самостоятельно привести примеры, и рассматриваются они уже с использованием научной



терминологии, ссылкой на имеющиеся знания истории развития этого направления в информатике.

Кодирование и декодирование, скорость передачи информации и пропускная способность канала в школьном курсе изучается в ознакомительном порядке, главная цель – сформировать представление. Программы высшего образования предполагают изучение различных способов и методов кодирования информации. Так же более детально и глубоко рассматриваются приемы борьбы с потерей информации при передаче в современных системах цифровой связи.

Следующее направление в традиционном курсе информатики «Представление информации» проходит через все, изучаемые темы и разделы. Дело в том, что основными вопросами для изучения являются символьная и образная информация, естественные, формальные языки и предметная область.

Общее представление о языках программирования имеет важное значение в освоении базового курса информатики. В школьном курсе нет жесткого требования об изучении конкретного языка. Часто результатом обучения по этой теме компетенции учащихся формируются на «пороговом» уровне.

Системы счисления и вовсе на общеобразовательном уровне не представлены в достаточном объеме. Наиболее полно, рассматривая действия над числами в различных системах счисления и способах представления, обработки и хранения чисел в компьютере, эта тема в вузах: перевод из десятичной системы счисления в любую другую вещественных чисел.

Впервые с элементами математической логики школьники встречаются в теме «Базы данных». Изучаемые ими понятия необходимы как для освоения школьного материала, так и для обучения в вузе: логические величины, операции и выражения. Эти знания в дальнейшем имеют огромное значение в курсе «Программирование» и «Базы данных».

Практически во всех языках программирования на современном этапе используется логический тип данных, реализуются основные логические операции. Системы управления базами данных (СУБД) предполагают на стадии разработки построение логической структуры, установление логических связей между таблицами, формирование самих таблиц с множеством условий.

По направлению «Архитектура персонального компьютера» предполагается теоретическое изучение устройства, принципов функционирования и организации данных в ЭВМ и практическое освоение компьютера.

Основными вопросами являются представление числовой, символьной, графической информации и представление звука. Однако изучение школьниками в рамках базового курса информатики этих вопросов происходит в большей степени на ознакомительном уровне. Например, представление и обработка вещественных чисел в компьютере рассматривается только на факультативных занятиях и является обязательным для освоения студентами первого года обучения.

Так же учащиеся знакомятся с программным обеспечением (ПО), чаще ограничиваясь знаниями о персональном компьютере (ПК). У студентов программой предусмотрено изучение истории развития ПО, вводится более полная и подробная классификация ПО, в том числе, серверное ПО.

Присутствие теоретического направления «Моделирование и формализация» в школьном курсе призвано ознакомить учащихся с понятиями моделирование как метод познания, формализация, материальные и информационные модели, информационное моделирование, основные типы информационных моделей.

В высшей школе происходит углубление и расширение содержания этих понятий. Тема «Модель и моделирование» дополнительно включает виды моделей, которые представлены классификацией по области использования,

временному фактору, форме представления, способу представления. В целом изучение общих вопросов моделирования характеризуется как переход к ознакомлению студентов с понятием «граф», к выработке навыков активного использования методов системного анализа.

Темы моделирования и изучения баз данных предполагают использование учащимися средств создания электронных таблиц, СУБД, систем программирования. Обучающиеся высшей школы знакомятся с математическими пакетами, специализированными системами моделирования общего назначения и теми, которые ориентированы на конкретную предметную область.

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) основной школы включает обязательное к изучению направление «Алгоритмизация и программирование». Содержание данного направления характеризуется такими основными понятиями, как алгоритм, свойства алгоритмов, система команд и основные алгоритмические конструкции.

В школьном курсе целью является, прежде всего, развивающий аспект и формирование основ программирования. Учебная программа высшей школы предполагает углубленное освоение алгоритмических основ, но изучение программирования представлено программами дисциплин «Информатика и программирование», либо «Программирование».

На современном этапе развития информатики как школьной, так и вузовской является увеличение значимости изучения информационных технологий.

Содержание этого направления включает владение текстовыми и графическими редакторами, знанием базы данных, умением работать с электронными таблицами, использование средства компьютерных телекоммуникаций и мультимедиа-технологий.

Ряд знаний и умений, формируются только как повышенный уровень:

1. Знать

- различие между растровым и векторным изображениями в компьютере;
- понятие мультимедиа;

## 2. Уметь

- создавать на компьютере документы, совмещающие объекты разного типа: тексты, таблицы, рисунки и др. (на примерах школьного учебного материала);
- работать с мультимедийными обучающими программами. [24]

В настоящее время ФГОС основной образовательной программы основного общего образования объединяет предметы математика и информатика в одну предметную область «Математика и информатика».

Соответственно требования к результатам обучения определены общие. Однако если попытаться выделить обязательные требования, которые касаются направления информатики, то это:

- развитие логического и математического мышления;
- получение представления о математических моделях;
- умение применять математические знания при решении различных задач и оценивать полученные результаты;
- овладение умениями решения учебных задач;
- получение представления об основных информационных процессах в реальных ситуациях. [42]

Важно отметить, что в документе предложено уделить больше внимания формированию и развитию алгоритмического мышления, навыкам алгоритмизации и программирования.

Имеются и другого рода рекомендации, которые призваны заложить основы естественно-научного мировоззрения через совершенствование содержания курса информатики. Важно то, что новый ФГОС предлагает изучение этих вопросов на базовом уровне.

### **1.3. Суперкомпьютер и суперкомпьютерные технологии в истории развития информатики**

Существует утверждение, что информатика является одной из самых молодых дисциплин, а направление «Информационные технологии (ИТ)» как наиболее быстро развивающееся. Стратегическая важность их в науке и практике, необходимость их использования в развитии экономики, образования всех уровней, в плане обеспечения национальной безопасности не вызывает сомнений. Это отражено в Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года. Там же определены приоритетные направления исследований и разработок в области информационных технологий, в которых в перспективе 10–15 лет с высокой вероятностью может быть обеспечена глобальная технологическая конкурентоспособность России: обработка больших данных; машинное обучение; человеко-машинное взаимодействие; робототехника; квантовые и оптические технологии; безопасность в информационном обществе. [32]

Развитие информационных технологий напрямую связано с развитием вычислительной техники, которая представлена определенными периодами развития. Говоря о развитии электронных вычислительных машин, необходимо отметить, что эволюция ЭВМ представлена в виде поколений в зависимости от типа основных элементов, технологий изготовления, используемым программным обеспечением. Известно, что границы поколений в смысле времени являются достаточно условными. Традиционно первое поколение ЭВМ принято определять началом 40-х годов прошлого века.

Первые вычислительные машины, естественно, не обладали необходимым быстродействием. Середина двадцатого века ознаменовалась расцветом математической науки в нашей стране. Начало развитию теоретического направления кибернетики было положено, в том числе, А. Н.

Колмогоровым. По общему признанию его работы в теории информации стали классическими.

В это же время произошло появление прикладной математики, которая была направлена на математические исследования. Начало 50-х годов XX века отмечено временем появления первых ЭВМ и начала активного развития вычислительной математики. Именно тогда А. А. Ляпунов прочитал первый в стране лекционный курс по программированию в Московском университете. Им был разработан операторный метод программирования, явившийся основой современной теории программирования: дано первое определение алгоритмического языка высокого уровня; выделены основные составляющие - операторы и логические условия; определены основные правила и средства композиции алгоритмов. [36]

В настоящее время активное развитие получили нанотехнологии и технологии, которые способны работать с электромагнитными импульсами. Компьютеры, использующие принципы квантовой механики, делают возможным решение задач, которые невозможно было решить на обычном компьютере.

Развитие вычислительной техники с использованием параллельных вычислений и суперкомпьютерных технологий положило начало новому этапу, открывающему невероятные возможности в области решения различного рода сложных задач.

В конце 20-го века собран и запущен в эксплуатацию первый вычислительный кластер. Известно, что он объединил 12 двухпроцессорных компьютеров в единую параллельную вычислительную систему высокоскоростной сетью. В настоящее время успешно функционирует один из новейших суперкомпьютеров, названный «Ломоносов». Это новейшая разработка с уникальными инженерно-техническими решениями.

Суперкомпьютерные вычислительные мощности эффективно используются в таких направлениях фундаментальных исследований, как

магнитная гидродинамика, гидро- и аэродинамика, квантовая химия, сейсмика, моделирование климатических изменений, компьютерное моделирование лекарств, геология и науки о материалах, биоинженерия и биоинформатика, фундаментальные основы нанотехнологий, инженерные расчеты, криптография и многое другое.

Для объединения усилий в развитии суперкомпьютерных технологий, подготовки специалистов в совершенно новой области - области высокопроизводительных, то есть суперкомпьютерных вычислений, несколько лет назад создан Суперкомпьютерный консорциум университетов, куда сейчас входит 31 университет и 13 ассоциированных членов - научных организаций и ведущих компаний в этой области. Возглавил работу консорциума Московский университет. [36]

Вычислительным аспектам информатики отводится особое место. Достаточно указать на то научное направление, которое уже более 20 лет активно развивается российскими учеными и которое получило в нашей стране название вычислительного эксперимента. Инициатором и признанным лидером этого направления является академик А.А. Самарский, научная школа которого хорошо известна не только в России, но и за рубежом. [20]

В основе классификации типичных архитектур суперЭВМ широко распространенных в настоящее время существует классическая систематика Флинна. [6]

1. Обычные скалярные однопроцессорные системы, так называемые последовательные компьютеры. Принцип их работы: одиночный поток команд - одиночный поток данных (SISD).

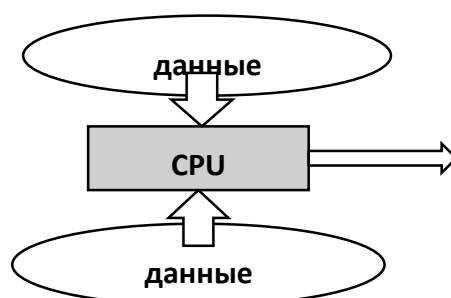


Рис. 1. Один ПК и один ПД.

2. Векторно-конвейерные суперкомпьютеры, основной характеристикой которых является наличие одиночного потока команд (ПК) и множественного потока данных (ПД) (SIMD), например, Cray-1. Принцип их работы: один поток команд и много потоков данных, т.е. каждый элемент вектора входит в отдельный поток данных.

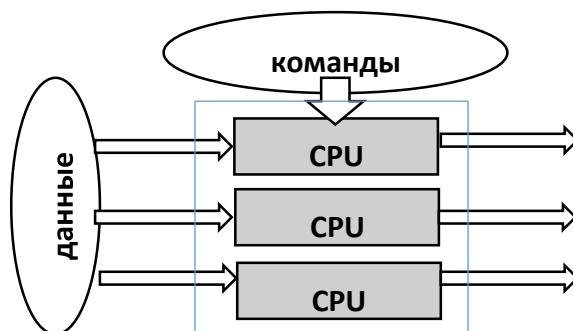


Рис. 2. Один ПК и много ПД.

Матричные процессоры так же относятся к этому классу, только реализация векторной обработки осуществляется с помощью матриц процессоров.

3. Все многопроцессорные компьютеры, в том числе многопроцессорные векторные суперЭВМ (MIMD) характеризуются соответствием - множественный поток команд и множественный поток данных. Большая часть суперЭВМ имеют эту архитектуру.

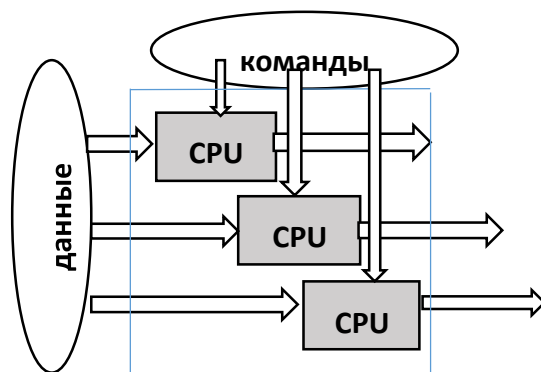


Рис. 3. Много ПК и много ПД

4. Архитектура MISD осуществляет принцип несколько потоков команд и один поток данных.



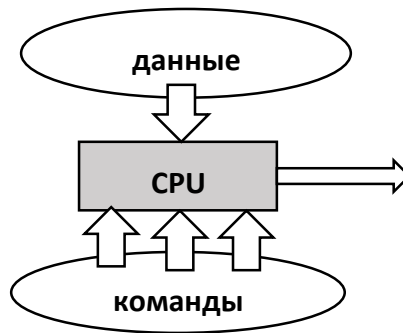


Рис. 4. Много ПК и один ПД.

В последнее время архитектура суперкомпьютера рассматривается как одна программа – много данных.

При этом используется термин SPMD (single program, multiple data), который означает метод, используемый для достижения параллелизма, и является подкатегорией MIMD.

Следовательно, заметим, что относится к модели распараллеливания программ, которое означает - несколько копий одной программы параллельно выполняются в разных процессорных узлах с разными данными.

Практически все современные однопроцессорные векторные суперкомпьютеры с архитектурой SIMD выпускаются также в мультипроцессорных конфигурациях, которые относятся к классу MIMD. Векторные суперкомпьютеры, относящиеся к классу MIMD, выпускаются в многопроцессорных конфигурациях. [5]

Основанная на векторно-конвейерном принципе обработки данных машина STAR-100 была создана в конце 60-х годов прошлого века. Немногом больше 10 лет потребовалось, чтобы появилось новшество, которое характеризовалось введением векторных команд, работающих с целыми массивами независимых данных - первый векторно-конвейерный компьютер Cray-1.

Это позволило эффективно использовать конвейерные функциональные устройства.

Понятие суперкомпьютерные технологии тесно связано с понятием суперкомпьютера. Одной из основных компонент суперкомпьютерных технологий являются параллельные вычисления.

Методика параллельных вычислений заключается в том, что процесс решения задач представляет собой выполнение одновременно нескольких вычислительных операций в одно и то же время.

Параллелизм достигается через:

- независимое функционирование отдельных устройств компьютера (например, устройства ввода-вывода, обрабатывающие процессоры и устройства памяти);
- избыточность элементов вычислительной системы (использование специализированных устройств; дублирование устройств); – конвейерная реализация обрабатывающих устройств.

Действительность такова, что суперкомпьютер представляет собой универсальное незаменимое средство в современном мире.

Суперкомпьютерные технологии (СКТ) являются на сегодня наиважнейшими среди всех технологий.

Это объясняется тем, что с их использованием решаются самые трудные и ресурсоемкие междисциплинарные задачи современной науки, техники, промышленности и бизнеса.

Не так давно, суперкомпьютеры были единичными экземплярами, используемыми в основном ученым из засекреченных ядерных центров и спецслужб. Однако на современном этапе в результате развития аппаратных и программных средств сверхвысокой производительности стало возможным освоение промышленного выпуска таких машин. Сейчас известно, что число пользователей в настоящее время превосходит десятки тысяч и постоянно продолжает увеличиваться. [32]

Отметим, что СКТ в настоящее время приобрели статус самостоятельного направления в развитии науки.

#### **1.4. Назначение и область использования суперкомпьютера**

СуперЭВМ является национальным достоянием, их разработка и производство - одним из приоритетов государственной технической политики страны.

Суперкомпьютер – вычислительная система, обладающая предельными характеристиками по производительности среди компьютерных систем, имеющихся в данное время. Поскольку суперкомпьютеры традиционно использовались для выполнения вычислений над вещественными числами, большинство сегодняшних оценочных характеристик производительности связано именно с этими вычислениями.

Вместе с совершенствованием и развитием суперкомпьютера расширяется область их использования. На современном этапе в области использования суперкомпьютеров все чаще используются суперкомпьютерные технологии. Они сравнительно давно нашли применение в биомедицине, в фундаментальных исследованиях в области нанотехнологий, моделирования мозга и других областях [32].

Знаменательным был 2007 год тем, что на Международном авиационно-космическом салоне-2007 НПО «Сатурн», две компании - IBM и КРОК (ИТ-компания России с 1992) - объявили о старте совместного проекта создания суперкомпьютера производительностью 8 TFLOPS. [18]

В настоящее время такие крупные компании, как Google и Microsoft, так же для поддержания работоспособности своих Web-сервисов используют компьютерные кластеры.

Причина этого очевидна – появляется возможность формирования мощной вычислительной инфраструктуры на базе сравнительно недорогих компьютерных узлов и сетевого оборудования. В качестве недостатков у кластеров можно отметить в данном случае требования больших площадей для

их размещения. Однако, наличие такой проблемы не является критичным, но влияет на активизацию работ в этой области.

Вместе с кластерами компания IBM предлагает вычислительные комплексы, отличающиеся высокой масштабируемостью, суперкомпьютеры линейки Blue Gene. С 2008 года на факультете ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова работает суперкомпьютер IBM Blue Gene/P, который является одной из первых систем данной серии среди установленных в мире. [1] Суперкомпьютеры линейки Blue Gene призваны справляться с обслуживанием Web-сервисов любой сложности.

Практическое использование суперкомпьютерных технологий демонстрирует множество примеров из различных областей, где основным инструментом достижения значительных результатов является суперкомпьютер. [11]

Среди успешно решаемых задач — как традиционные проблемы аэро- и космодинамики, теплоэнергетики, экологии, так и проблемы, связанные с изучением и развитием нанотехнологий.

Говоря о последних, уместно отметить результаты, полученные при моделировании шумопоглощающих покрытий и конструкций автомобилей, новых устройств полупроводниковой наноэлектроники, новых лекарств, иммуномодуляторов и т. д.

Метеорологические бюро приобретают и устанавливают суперкомпьютеры для использования в прогнозировании погоды и природных катаклизмов.

Можно говорить о задачах модельных, связанных с решением систем обыкновенных дифференциальных уравнений, а также уравнений в частных производных.

Например, есть задачи, в области физики - решения системы электродинамики — уравнение Максвелла. Очень много процессов связано с задачами электроразведки, помехоустойчивости, радиолокации и множеством

оборонных задач. Математическое суперкомпьютерное моделирование позволяет довольно точно вычислить и оптимизировать затраты на сейсморазведку и добычу.

Традиционной сферой применения суперкомпьютеров всегда были и остаются научные исследования: физика плазмы и статистическая механика, физика конденсированных сред, молекулярная и атомная физика, теория элементарных частиц, газовая динамика и теория турбулентности, астрофизика.

Приведем примеры установки суперкомпьютеров и суперкомпьютерных приложений, успешное их использование в научных исследованиях в некоторых областях деятельности:

- проектирование инженерных сооружений, автомобилей, судов и летательных аппаратов;
- проектирование электронных и полупроводниковых устройств;
- вычислительная гидродинамика (CFD);
- моделирование атмосферы и мирового океана, предсказание погоды;
- различные задачи математической физики;
- астрофизика и космические исследования;
- молекулярные науки, генетика, медицина и разработка лекарственных препаратов;
- атомная энергетика и военные задачи;
- бортовые, встроенные, real-time системы.

В настоящее время суперкомпьютерные технологии (СКТ) являются наиважнейшим фактором, который способен обеспечить конкурентоспособность экономики страны. Суперкомпьютерная технология определяется как ключевая критическая технология, и ей отводится роль единственного инструмента, позволяющего одержать победу в конкурентной борьбе.

Очевидно, что большая часть потенциала суперкомпьютерных технологий современного общества сосредоточена в науке и образовании. Базой подготовки в этой области являются российские университеты и Российская академия наук. Именно эти образовательные и научные учреждения располагают соответствующей программно-технической базой и высококвалифицированными кадрами.

Понимание перспектив развития, необходимости совместной работы с промышленными предприятиями, порождает понимание и ответственности за подготовку кадров соответствующего уровня, владеющих знаниями и навыками эффективного использования суперкомпьютерных технологий на практике. [32]

## **Глава 2. Суперкомпьютерные технологии в высшем образовании**

### **2.1. Суперкомпьютерные технологии в изучение курса «Информатика» по направлениям «Физика» и «Техническая физика»**

Правительством Российской Федерации поддерживаются инициативы, способствующие развитию суперкомпьютерного образования. Реализуется проект «Суперкомпьютерное образование», основной целью которого является создание национальной системы подготовки высококвалифицированных кадров в области суперкомпьютерных технологий, устанавливается необходимость максимального расширения аудитории слушателей курсов по параллельному программированию, технологиям параллельных вычислений и основам суперкомпьютерных технологий, начиная уже со школьного уровня.

В Москве в сентябре 2015 г. прошла международная конференция в формате «суперкомпьютерные дни в России». Объединив традиционные российские и международные суперкомпьютерные мероприятия, в том числе международная конференция "Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах" и конференция Russian Supercomputing Conference.

Конференция была ориентирована на достаточно широкий круг представителей как науки, образования, так и участников промышленного сектора, бизнеса, государственных органов, учащихся. Тематика конференции затронула практически все аспекты суперкомпьютерных технологий.

Особо стоит отметить, что значительное место было отведено суперкомпьютерному образованию в школе, средних и высших образовательных программах.[15]

На этапе начальной школы вводится предварительное, в ознакомительном плане знакомство с азами параллельных вычислений и

параллельного программирования. На уровне старшей школы в рамках углублённого изучения информатики суперкомпьютерные технологии изучаются более детально.

Еще недавно навыками параллельного программирования владели только высоко квалифицированные системные программисты. На современном этапе владение основами параллельного программирования, которое является ключевой составляющей суперкомпьютерных технологий, стало частью профессиональной компетенции. [22]

Применение технологий высокопроизводительных вычислений позволяет «сжимать» или «растягивать» время любого виртуального эксперимента. Это актуально при исследовании быстротекущих или, наоборот, протекающих очень медленно процессов. Можно моделировать параметры систем в их пограничных состояниях, будь то крайне высокие температуры и давление в гидро- и газодинамике или предельные напряжения в материалах при деформациях. Подобного плана задачи решаются студентами-физиками.

Современные тенденции в использовании и формировании знаний информатики требуют обязательное введение изучения раздела элементов суперкомпьютерных технологий в образовательные программы первого курса студентов естественнонаучного направления.

Проведенное входное тестирование студентов первого курса в течение 4-х лет, анкетирование и опрос позволяют утверждать, что выбранный нами курс на изменение подходов в преподавании дисциплины «Информатика» является верным.

Введение суперкомпьютерных технологий в процесс обучения поддерживает 86% опрошенных. Часть из них высказались «за» в связи с неосведомленностью в этом вопросе, другие – проявили заинтересованность, имея некоторое представление о суперЭВМ. «Против» высказались те, кто



испытывает определенный «страх», неуверенность, неосведомленность в этой области вычислительной техники.

Таблица 1

Объектами профессиональной деятельности выпускников

Направление	Объекты
16.03.01 Техническая физика	физические процессы и явления, определяющие функционирование, эффективность и технологию производства физических и физико-технологических приборов, систем и комплексов различного назначения, способы и методы их исследования, разработки, изготовления и применения.
03.03.02 Физика	физические системы различного масштаба и уровней организации, процессы их функционирования, физические, инженернофизические, физико-медицинские и природоохранные технологии, физическая экспертиза и мониторинг.

Метапредметные связи дисциплины «Информатика» обусловлены современным развитием образовательного процесса в высшей школе. В частности, многие разделы физики такие, как электроника и радиотехника, определяют связь с материальной базой информатики.

Информационные технологии, вычислительная техника – основные компоненты организации учебного и образовательного процесса, инструменты овладения новыми знаниями по всем направлениям обучения.

Преподавание дисциплины «Информатика» осуществляется в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом нового поколения.

Действующая на данный момент учебная программа дисциплины утверждена директором Института математики и компьютерных наук в 2014 году. Целью освоения дисциплины «Информатика» является получение высшего (на уровне бакалавра) образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности с применением современных компьютерных технологий.

В ходе изучения дисциплины «Информатика» студенты должны усвоить основные понятия и способы представления, хранения и обработки данных в ПК, знать основные типы программного обеспечения, приобрести навыки программирования на языке высокого уровня.

Процесс усвоения материала дисциплины предполагает формирование навыков решения практических задач в области применения современной вычислительной техники для обработки данных, математического моделирования.

В числе формируемых компетенций обучающихся Учебным планом определена общепрофессиональная компетенция с кодом ОПК-5:

- способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией (ОПК-5).

Учебной программой по дисциплине представлен перечень планируемых результатов обучения по дисциплине. Дисциплина изучается на лекциях, лабораторных работах, при выполнении контрольного задания и во время самостоятельной работы.

При изучении дисциплины «Информатика» особое внимание должно быть обращено на приобретение практических навыков использования программных продуктов. Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, должны обеспечить возможность дальнейшей самостоятельной работы на ПК при решении различных прикладных задач.

## **2.2. Введение элементов суперкомпьютерных технологий в курсе**

### **«Информатика» по направлениям «Физика» и «Техническая физика»**

Сегодня в суперкомпьютерном мире наблюдается новая волна, вызванная как успехами в области микропроцессорных технологий, так и

появлением нового круга задач, выходящих за рамки традиционных научноисследовательских лабораторий. Именно этим определяется значимость изучения элементов суперкомпьютерных технологий в курсе информатики на разных уровнях обучения.

Следовательно, разработанный учебно-методический комплекс (УМК) по дисциплине «Информатика» для студентов данных направлений требует пересмотра. Его модернизация должна быть проведена с целью введения в курс информатики изучение элементов суперкомпьютерных технологий и формирования представления о суперкомпьютерах.

В тематический план введен раздел, который позволит дать дополнительные знания студентам в области изучения параллелизма при решении задач. Нерешенной является проблема с количеством часов, отведенных учебным планом для изучения дисциплины «Информатика» в целом. Следовательно, внесение в тематический план еще одной темы, стало причиной пересмотра почасовой нагрузки в изучении курса.

Значительные изменения были внесены в содержание курса дисциплины «Информатика».

Таблица 2

Изменения в содержании дисциплины «Информатика»

Тема	Изучаемые элементы	Элементы суперкомпьютерных технологий
Модуль 1		
1.1. Роль информатики в современном мире.	Основные понятия информатики. Понятие информации. Свойства информации.	
1.1. Информационные процессы	Информационные процессы: получение, передача, преобразование и хранение информации. Кодирование информации. Измерение информации.	
Модуль 2		

2.1. Арифметические основы и структура ЭВМ.	Арифметические основы ЭВМ. Системы счисления, используемые в ЭВМ. Представление чисел в позиционных системах счисления. Перевод из одной системы счисления в другую. Особенности представления данных в ЭВМ.	1. История развития вычислительной техники: ЭВМ и суперЭВМ 2. Отличительные характеристики суперкомпьютера от ПК.
	Принципы, лежащие в основе построения ЭВМ	3. Многомашинный комплекс и многоядерный процессор 4. Классическая систематика Флинна
Модуль 3		
3.1. Введение в программирование	Решение задач на ЭВМ. Этапы решения задач на компьютере. Понятие алгоритма. Основные свойства и способы представления алгоритмов.	1. Введение понятия параллельного алгоритма.
3.2. Состав и назначение программного обеспечения	Понятие и классификация программного обеспечения. Обзор программного обеспечения. Языки программирования. Основные понятия офисных систем, систем управления базами данных, систем искусственного интеллекта. Системы программирования. Сети и коммуникации. Основы безопасности сетей.	1. Понятие параллельного программирования 2. Общие сведения о языке программирования C++.
3.3. Параллельные вычисления в задачах.		1. Суперкомпьютерные приложения, установка суперкомпьютеров для использования в научных исследованиях. 2. Решение типовых задач. 3. Задачи, решаемые в области физики.

Общие вопросы, связанные с понятием «суперкомпьютер», рассматриваются в процессе изучения «Арифметические основы и структура ЭВМ».

Таблица 3

### Сравнительная характеристика ПК и суперкомпьютера

№ п\п	Признаки ПК	Признаки суперкомпьютера
----------	-------------	--------------------------

1	Однопроцессорные, 2-х,4-х ядерные	Многопроцессорные и (или) многомашинные комплексы, имеющие общую память и общее поле внешних устройств.
2	Стандартные типовые задачи объём; оперативной памяти не менее 32 Мбайт.	Решение задач на большие объёмы вычислений с плавающей точкой. Параллелизма и конвейеризации вычислений. Специфические архитектурные решения, направленные на повышение быстродействия (например, наличие операций над векторами).
3	Производительность количество элементарных операций выполняемых за 1 секунду, фиксированные величины тактовых частот для каждого типа процессоров, например: 2,8 ; 3,0 ГГц и тд	Производительностью свыше 100 мегафлопов (1 мегафлоп — миллион операций с плавающей точкой в секунду).
4	Ориентация на пользователя непрофессионала (в простых моделях).	Высоко квалифицированные программисты.

Необходимо учитывать, что суперкомпьютеры не являются общедоступным техническим средством и недоступны для решения сложных ресурсоемких задач. Поэтому, модернизация содержания программы дисциплины «Информатика» заключается в введении элементов суперкомпьютерных технологий, представленных, прежде всего, изучением понятий параллельного программирования, решением типовых задач. Для выполнения параллельных программ достаточно многоядерного процессора или видеокарты с набором графических ускорителей.

Можно сказать, что суперкомпьютер это обычная электронновычислительная система. Но при этом, следует отметить ее уникальную всетаки возможность - производить сложные и объемные расчеты за очень короткие промежутки времени. Кроме того и сам персональный компьютер давно уже является многопроцессорным, не отрицая при этом наличие и однопроцессорных машин.

В процессе знакомства обучающихся с понятием «суперкомпьютерные технологии» в общих чертах представлена технология OpenMP, которая

является стандартной на современном этапе и поддерживается всеми разработчиками компиляторов. OpenMP - распространённый инструмент для распараллеливания программ, в том числе в программах, имеющихся на ПК.

Одно из основных достоинств: сначала пишем, потом распараллеливаем.

Примеры простейших работающих параллельных программ, рассматриваются на языке программирования C++ и традиционной является задача вывода на печать "Hello, World". Результатом работы программы будет выведенное несколько раз в консоль сообщение. Их Количество определяется количеством логических процессоров, доступных системе. #pragma omp parallel printf("Hello, world!")

В следующем примере программы, заключенный в фигурные скобки блок операций выполняется одновременно на нескольких ядрах. При этом в строке № 5 процессору дается указание выполнить операцию "i++" не параллельно, а последовательно каждым из потоков.

```
/*1*/ int i = 1;
/*2*/ #pragma omp parallel
/*3*/ {
/*4*/ printf("Hello, world!");
/*5*/ #pragma omp atomic
/*6*/ i++;
/*7*/ }
```

Еще может быть разобрана следующая задача: в каждую ячейку одномерного массива надо записать индекс этой ячейки, возведённый в шестую степень.

```
int i, tmp; // i по умолчанию считается переменной
           //распараллеливаемого цикла локальной
#pragma omp parallel
    for private(tmp) //перечень локальных
переменных
for (i = 0; i < 10; ++i)
{ tmp = i*i*i;
a[i] = tmp*tmp;
}
```

В целом, суть параллельного программирования раскрывается на максимально доступном уровне, как работа нескольких исполнителей, решающих общую задачу. Действия их могут быть последовательными или, как минимум, параллельными. От взаимодействия исполнителей будет зависеть результат их деятельности.

Далее вводится научная трактовка параллельного алгоритма. Отмечается возможная его реализация по частям при участии множества различных вычислительных устройств с последующим объединением получаемых результатов и получением корректного результата. [18]

В связи с тем, что на изучение модуля 2 и модуля 3 по тематическому плану отводится 14 часов целесообразно понятие алгоритма и его способов представления начинать изучать с параллельного алгоритма. Остальные структуры рассматривать - например, последовательный алгоритм - как часть параллельного алгоритма.

В связи с тем, что содержание дисциплины подверглось корректировке, то и раздел, включающий описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания претерпел изменения.

Степень освоения материала студентами первого года обучения курса информатики в соответствии с тем, что в содержание дисциплины введены для изучения элементы суперкомпьютерных технологий, расширены по всем критериям (ОПК-5):

1. «Пороговый» критерий:

*Знает:* история развития ЭВМ и суперЭВМ, основные характеристики суперкомпьютеров, понятие параллельного алгоритма.

2. «Базовый» критерий:

*Знает:* отличительные характеристики суперкомпьютера от ПК, понятие «многомашинный комплекс и многоядерный процессор», об использовании суперкомпьютеров для решения задач физики.

*Умеет:* использовать понятие параллельного алгоритма для решения типовых задач, привести примеры задач, решаемых в области физики. *Владеет:* методами использования параллельного алгоритма при решении типовых задач

3. «Повышенный» критерий:

*Знает:* классическую систематику Флинна, понятие параллельного программирования, общие сведения о языке программирования C++, об использовании суперкомпьютеров в научных исследованиях.

*Умеет:* привести собственные примеры задач, решаемых на основе параллельного алгоритма, привести примеры использования суперкомпьютеров в научных исследованиях.

*Владеет:* терминологией в области суперкомпьютерных технологий.

Банк контрольно-измерительных материалов предполагает дифференцированный подход в оценке степени освоения курса информатики обучающимися: итоговый тест дополнен вопросами, связанными с историей развития ЭВМ и суперЭВМ, основными характеристиками суперкомпьютеров и понятием параллельного алгоритма.

В контрольной работе так же присутствуют задания, позволяющие проверить степень усвоения и умения в применении знаний в области суперкомпьютерных технологий через решение задач.

Перечень вопросов к зачету дополнен теоретическим материалом содержания дисциплины из области истории развития компьютерной техники (создание суперкомпьютера) и основ параллельного программирования.

Список рекомендуемой литературы дополнен изданиями, которые имеются в библиотечном центре университета. Конечно, нельзя исключить или запретить студентам самостоятельно осуществлять поиск необходимой информации в сети Интернет, других печатных изданиях.



### 2.3. Основные понятия параллельного программирования в лекциях

Задача преподавателя в процессе обучения сформировать у студентов понятие об архитектуре суперЭВМ, параллельном алгоритме и основные понятия параллельного программирования. Таким образом, возможно осуществить и понимание механизмов параллелизма.

Поэтому, например, в лекционном курсе рассматриваются две ситуации, которые позволяют освоить механизм «совместной деятельности»:

1. Объединение усилий ускоряет работу, которая может быть выполнена и в одиночку. Работа делится на части, когда каждый должен выполнить свою часть. В качестве примера приводится задача называемая «копание канавы».
2. Без объединения усилий работу выполнить невозможно в принципе. Решение задачи заключается в согласовании действий по времени. В качестве примера используется традиционно задача «перенос тяжелого предмета».

Кроме того планируется рассмотрение задач «согласование по результату», «согласование по ресурсам» [22].

Для решения и обсуждения обучающимся предлагается задача, предполагающая осуществить планирование работ по разным критериям. Задание заключается в постановке задач на выполнение работ, с учетом таких параметров, как производительность каждого работника и критериев оплаты труда.

Необходимо определить количество человек, для выполнения соответствующей работы в указанный срок и наоборот - определить срок работы при заданном количестве работников. Кроме этого, планируется определение количества работников, которое позволит минимизировать стоимость проводимых работ.

С целью закрепления знаний и отработки навыков в рамках изучаемой дисциплины разработан ряд заданий.

В частности можно рассмотреть задачу умножения матрицы на вектор на основе параллельных алгоритмов [1]. Понятие «матрица» и действия над ними студентами уже изучены к концу первого семестра. Поэтому, вполне возможно введение такого рода заданий для организации лабораторных работ.

Задача умножения матрицы на вектор определяется соотношениями:

$$y_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}, 1 \leq i \leq n.$$

Таким образом, предполагается повторение однотипных операций по умножению строк матрицы  $A$  и вектора  $x$ . Выполнение каждой такой операции состоит из поэлементного умножения элементов строки матрицы и вектора  $x$ , далее требуется суммирование полученных произведений.

Как следует из выполняемых действий при умножении матрицы и вектора, параллельные способы решения задачи могут быть получены на основе параллельных алгоритмов суммирования.

Множество процессоров  $Q$  разбивается на  $n$  групп  $Q = \{Q_1, \dots, Q_n\}$ , каждая из которых представляет набор процессоров для выполнения операции умножения отдельной строки матрицы на вектор.

В начале вычислений на каждый процессор группы пересылаются элемент строки матрицы  $A$  и соответствующий элемент вектора  $x$ .

Далее каждый процессор выполняет операцию умножения. Последующие затем вычисления выполняются по каскадной схеме суммирования. Для иллюстрации приведена вычислительная схема (рис. 5) для процессоров группы  $Q_i$  при размерности матрицы  $n=4$ .

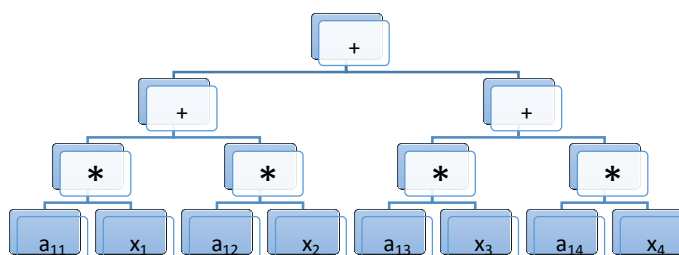


Рис. 5. Вычислительная схема операции умножения строки матрицы на вектор

На этом примере можно доступно и подробно разобрать алгоритм распараллеливания на многопроцессорных машинах.

Необходимо обратить внимание, что задача - решение уравнений методом Гаусса – так же сводится к последовательности аналогичных действий. Этот метод предполагает выполнение однотипных вычислительных операций аналогичным образом: умножение и сложение над строками матрицы, связанные с обработкой одной или нескольких строк матрицы  $A$  и соответствующего элемента вектора  $x$ .

Наглядно продемонстрировать реализацию алгоритма на параллельной системе можно, если процесс представить в виде последовательности групп операций. Учитывается условие, что отдельные операции в каждой группе можно выполнять одновременно на имеющихся в системе функциональных устройствах.

Например, найти сумму восьми произвольных чисел  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8$ . Это можно сделать разными способами. Предполагается демонстрация минимум двух возможных схем: однопроцессорная (рис. 6), многопроцессорная (рис. 7).

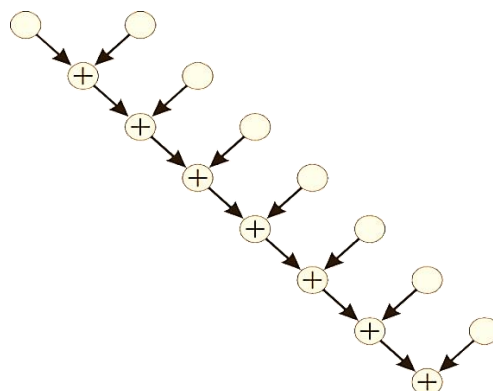


Рис. 6. Однопроцессорная операция

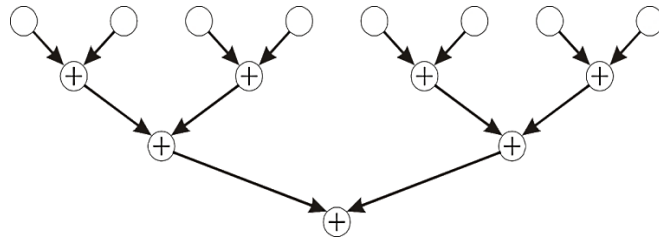


Рис. 7. Многопроцессорная операция

Однопроцессорный алгоритм сложения этих чисел эффективно реализуется с помощью оператора цикла и требует 7 операций сложения.

Но, имея 8 процессоров и размещая каждое число на одном из процессоров, мы можем сложить эти числа за 3 операции.

Легко видеть, что реализовать этот алгоритм на однопроцессорной машине сложнее, чем первый алгоритм, и очевидно, что он не будет более быстрым. Этот пример наглядно показывает разницу между последовательным и параллельным алгоритмами. В этом же примере можно увидеть и некоторые проблемы, возникающие при распараллеливании алгоритмов.

Первая – это то, что возникают обмены данными между процессорами. И очевидно, что скорость передачи данных играет большую роль в оценке эффективности распараллеливания. Понятно, что чем больше происходит вычислений на процессоре и чем меньше обменов данными между процессорами, тем параллельный алгоритм эффективнее.

Вторая проблема заключается в том, что хотя мы имеем 8 процессоров, мы не можем сложить 8 чисел за одну операцию. В данном случае легко подсчитать, что для сложения  $N$  чисел необходимо порядка  $\log_2(N)$  операций.[38]

По теме «Параллельные вычисления в задачах» предложена для самостоятельного выполнения лабораторная работа. Решение задач лабораторной работы выполняется на одном компьютере с использованием технологии OpenMP. [1] Эта технология позволяет в максимальной степени эффективно реализовать возможности многопроцессорных вычислительных

систем с общей памятью, обеспечивая использование общих данных для параллельно выполняемых потоков без каких-либо трудоемких межпроцессорных передач сообщений.

## **2.4. Лабораторная работа «Параллельные вычисления в задачах»**

В рамках лабораторной работы студентам предлагаются типовые задачи: «пузырьковая» сортировка, вычисление числа  $\pi$  и уравнение теплопроводности (дифференциальное уравнение в частных производных второго порядка, которое описывает распределение температуры в заданной области пространства и ее изменении во времени).

### **Лабораторная работа № 5**

*Цель:* формирование навыков решения типовых задач, решаемых с использованием технологии OpenMP.

*В результате выполнения лабораторной работы студент должен:*

*знать*

- назначение технологии OpenMP;
- основы языка программирования C++; *уметь*
- разрабатывать консольные приложения в среде программирования Visual Studio 2010; *владеть*
- навыками решения типовых задач, решаемых построением параллельного алгоритма.

### ***Теоретические сведения***

Программа, созданная с применением технологии OpenMP, состоит из последовательных (однопоточных) и параллельных

(многопоточных) участков. В OpenMP используется модель распараллеливания «Ветвление - Слияние». Вначале имеется только единственный (корневой) поток. Как только поток (часто используется

термин «тред» от английского thread - поток) встречает параллельную конструкцию в коде программы, он создает группу потоков.

В созданной группе все потоки, включая корневой, выполняют код программы. После выполнения параллельной конструкции в коде, работу продолжает только корневой поток.

В технологии OpenMP основная директива для создания параллельной области *parallel*. В общем виде программный код будет записываться следующим образом:

```
int main ()
{
    //последовательная область, выполняется
    //корневой поток (тред)
    . . .
    //Начало параллельной области
    #pragma omp parallel [опции]
    {
        //операторы выполняются всеми потоками
        //(тредами) . . .
        //все потоки (треды) завершают работу,
        //остается только корневой поток (тред)
    }
    //последовательная область, выполняется
    //корневой поток (тред)
    . . .
}
```

Синтаксис директивы *parallel for* и соответствующие опции:

```
#pragma omp parallel for[опции ...] newline {
...for ...
}
schedule (type [,chunk])
ordered private (list)
firstprivate (list)
lastprivate (list) shared
(list) reduction
```

```
(operator: list) collapse
(n) nowait
```

Опция *private (list)* задаёт список переменных, для которых создается локальная копия в каждом потоке (треде). Необходимо, чтобы при записи данной опции выполнялись условия:

- переменные объявляются до вхождения в параллельную область;
- начальное значение локальных копий переменных из списка не определено, следовательно, они задаются в параллельной области.

Опция *reduction (operator: list)* задаёт оператор и список переменных (ранее объявленных). Следует знать, что для каждой переменной создаются локальные копии в каждом потоке (треде). Синтаксис опции:

- operator: +, \*, -, &, |, ^, &&, ||
- локальные копии инициализируются :
  - o для + - | ^ || – 0 или аналоги,
  - o для \* & && – 1 или аналоги;
- над локальными копиями переменных после выполнения всех операторов параллельной области выполняется заданный оператор.

```
...
int n = 0;
#pragma omp parallel reduction (+: n)
{
    n++;
    cout << "Текущее значение n:";
    cout << n << endl;
}
cout << "Число тредов: " << n << endl; ...
```

Следующая директива, которую необходимо знать при решении задачи - директива *for*

```
#pragma omp for[опции ...] newline {
...for ...
```

```
}
```

Эта директива используется внутри параллельной области, заданной директивой *parallel*, для указания на распараллеливание конкретного цикла.

**Задача 1:** Поставленная задача является демонстрацией параллельных методов сортировки данных.

Например, требуется разместить элементы неупорядоченного набора значений  $S = \{a_1, a_2, \dots, a_N\}$  в порядке монотонного возрастания (убывания)  $S = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{iN} : a_{i1} \leq a_{i2} \leq \dots \leq a_{iN}\}$ .

Сначала рассматривается последовательный метод решения задачи на языке программирования C++.

```
void BubbleSort(int mas [ ], int n) //  
void - специальный тип указателя,  
// который называется указателем на неопределённый тип  
// описана функция сортировки «пузырьковым» методом  
{  
    int i, j, temp; for(i = 1; i <  
n; i++)          for(j = 0; j < n -  
i; j++)  
                if(mas[i] > mas[j])  
                {  
                    temp = mas[i];  
                    mas[i] = mas[j];  
                    mas[j] = temp;  
                }  
}
```

Основная идея реализации «пузырьковой» сортировки параллельным методом заключается в следующем:

1. В исходном алгоритме сравнения строго последовательны.
2. Нужна модификация алгоритма для разделения действий.
3. Осуществляется переход к алгоритму чет-нечетной перестановки: – на нечетных итерациях сравниваются пары  $(a_1, a_2)$   $(a_3, a_4)$   $(a_{n-1}, a_n)$  – на четных итерациях сравниваются пары  $(a_2, a_3)$   $(a_4, a_5)$   $(a_{n-2}, a_{n-1})$ .



В результате массив упорядочивается после n-кратного повторения итераций.

Последовательный метод:

```
void Compare_Exchange(int a, int b)
{ // вспомогательная функция для перестановки
    int temp;
    if( a > b )
    {
        temp = a;
        a = b;
        b = temp;
    }
}

void OddEvenSort ( int mas[], int n )
{   int i, j;       for (
i=1; i<n; i++ )    { //
нечетные итерации
if ( i%2==1 )
    {   for ( j=0; j<n/2-2; j++ )
        Compare_Exchange(mas[2*j+1], mas[2*j+2]);
        // если n - нечетное, сравнить последнюю пару
        if ( n%2==1 )
            Compare_Exchange(mas[n-2], mas[n-1]);
    }
// четные итерации, можно else
if ( i%2==0 )
    for ( j=1; j<n/2-1; j++ )
        Compare_Exchange(mas[2*j], mas[2*j+1]);
} }
```

Параллельный метод «пузырьковой» сортировки (OpenMP):

```
void OddEvenSortPar ( int x[], int n )
{
    int i, tmp; // переменная для учета
                //«холостых» прогонов
    int changes = 1; // счетчик числа потоков
                    // (можно вывести)
    int nr = 0; while(changes)
    {
        #pragma omp parallel private(tmp)
```

```

// tmp - имеется копия в каждом потоке, локальная
    { nr++;
      changes = 0;
      #pragma omp for reduction(+:changes)
//директива используется внутри параллельной
//области, заданной директивой parallel,
      //для указания на распараллеливание конкретного
//цикла
      for(i = 0; i < n - 1; i += 2)
      { //нечетные итерации
        if ( x[i] > x[i+1] )
        {
          tmp = x[i];
          x[i] = x[i+1];
          x[i+1] = tmp;
          ++changes; // общая для всех
                    //потоков, глобальная
        }
      }
#pragma omp for reduction(+:changes)
      for(i = 1; i < n - 1; i += 2)
      { //четные итерации
        if( x[i] > x[i+1] )
        {
          tmp = x[i];
          x[i] = x[i+1];
          x[i+1] = tmp;
          ++changes;
        }
      }
    }
  } // end of while
}

```

**Задача 2:** Иллюстрация использования параллельных вычислений для нахождения определенного интеграла.

Например, значение числа  $\pi$  может быть найдено по формуле [10]:

$$\pi = \int_0^1 \frac{4}{1+x^2} dx$$

Для численного интегрирования применим метод прямоугольников.

Геометрический смысл способа вычисления определённого интеграла по формуле прямоугольников состоит в том, что площадь криволинейной трапеции вычисляется как сумма площадей прямоугольников, одна сторона которых равна  $b-a$ , а другая —  $f(x_n)$ . Тогда

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{b-a}{n} (y_0 + y_1 + \dots + y_{n-1})$$

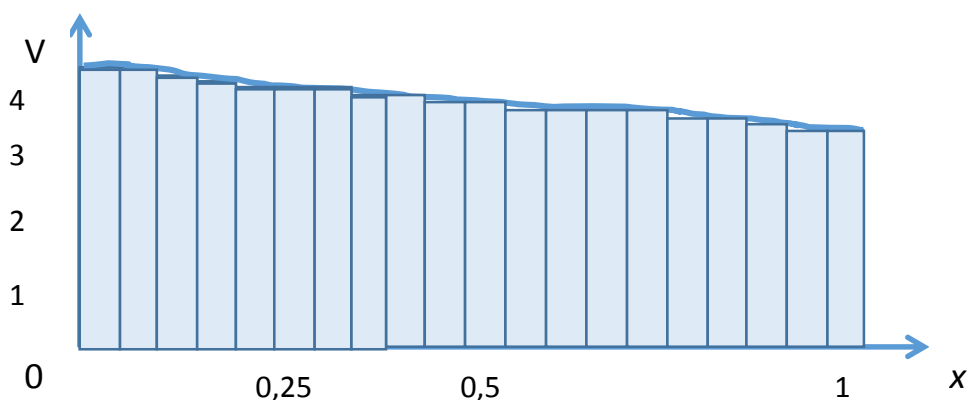


Рис. 8. Геометрический смысл вычисления числа  $\pi$ .

Программная реализация решения задачи:

```
void main () {
long num_steps;
    cout << "number of steps = ";
    cin >> num_steps;    double
step = 1./ num_steps;
    double x, pi, sum = 0.0;
    #pragma omp parallel for private(x)
reduction(+:sum) // задаёт оператор и список
// общих переменных
    for (int i = 0; i <= num_steps; i++)
    { x = i*step;
        sum = sum + 4 / (1 + x*x);
    }
    pi = step * sum;    int
my_precision;    cout
<<"precision = ";    cin >>
my_precision;
    cout.precision(my_precision);
}
```

```
//default value = 6
cout << "pi = " << pi << endl; }
```

**Задача 3:** Показаны возможные параллельные программы для числового решения задачи теплопереноса.

Вывод уравнения теплопроводности.

Процесс распространения тепла в пространстве можно описать температурой  $u(M, t)$ , зависящей от координаты точки  $M(x, y, z)$  и времени  $t$ . Если температура зависит от  $x, y, z$ , то возникают потоки тепла – от области с высокой температурой к области с низкой температурой.

Тогда количество тепла за единицу времени вычисляется по закону Фурье [3]:

$\vec{W} = -k \text{grad}_M u$ , где скалярная величина  $k$  – коэффициент теплопроводности среды. Если среда неоднородна, то  $k$  является функцией точки  $x, y, z$ .

Рассмотрим некоторую область  $V$ , ограниченную поверхностью  $S$ . Воспользуемся теоремой Гаусса-Остроградского [3]:

$$\int_S (k \text{grad } u) \cdot \vec{n} \, dS = \int_V \text{div} (k \text{grad } u) \, dV, \text{ где } \text{grad } u = \left( \frac{\partial u}{\partial x}; \frac{\partial u}{\partial y}; \frac{\partial u}{\partial z} \right).$$

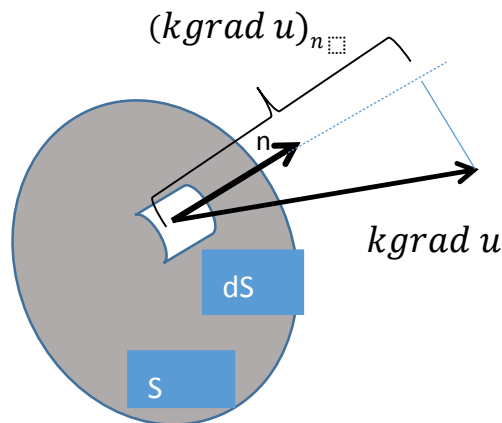


Рис. 9. Прохождение теплового потока, где  $k \text{grad } u$  – поток вектора.

Зафиксируем точку внутри области  $V$ . Тогда, уравнение теплопроводности в пространстве сводится к виду

$$u_t = a^2 \Delta u + f, \text{ где}$$

$a^2 = \frac{k}{C_p \rho}$  — коэффициент температуропроводности,

$$f = c_{\rho} \Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \text{ — оператор Лапласа.}$$

Если  $f=0$ , то уравнение является однородным:  $u_t = a^2 \Delta u$ .

Если функция  $u(M, t)$  зависит только от  $x$ , то  $u_t = a^2 u_{xx} + f$ .

Рассмотрим решение неоднородного уравнения теплопроводности с начальными и граничными условиями:

Найти функцию  $u=u(x, t)$  — задает температуру в точке с координатами  $x$  в момент времени, удовлетворяющую в области определения  $D_u$  уравнению теплопроводности и принимающую на  $G_u$ - границе области  $D_u$  значения  $g(x, t)$ .

При  $t=0$   $u(x, 0) = p(x)$  — начальное распределение температуры в стержне.

Функции  $g(x, t), p(x)$  — заданы.

$D_u = \{x: 0 \leq x \leq l\}$  — отрезок.

Уравнение теплопроводности:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(x, t),$$

где  $a$  — положительная константа и связана с коэффициентами теплоемкости и теплопроводности, число  $a^2$  является коэффициентом температуропроводности,  $f(x, t)$  — функция тепловых источников.

Конечно-разностная постановка задачи сводится к нахождению значения  $u_{ij}$  — аппроксимации  $u(x_i, t_j)$ , удовлетворяющей в узлах сетки  $D_h$  уравнению в конечно-разностной форме и принимающей в узлах на  $G_h$  — границе сетки  $D_h$  значения  $g(x_i, t_j)$

$$D_h = \{ (x_i, t_j): x_i = ih, t_j = j\tau, 0 \leq i \leq N, h = l/N \}$$

Уравнение теплопроводности в конечно-разностной форме - явная схема, устойчива при  $a^2\tau \leq h^2/2$ :

$$\frac{u_{i,j+1} - u_{i,j}}{\tau} = a \frac{2u_{i-1,j} + u_{i+1,j} - 2u_{i,j}}{h^2} + f_{i,j}$$

В целом, в плане программной реализации решение уравнения теплопроводности сводится к представлению в виде матрицы (сетки).

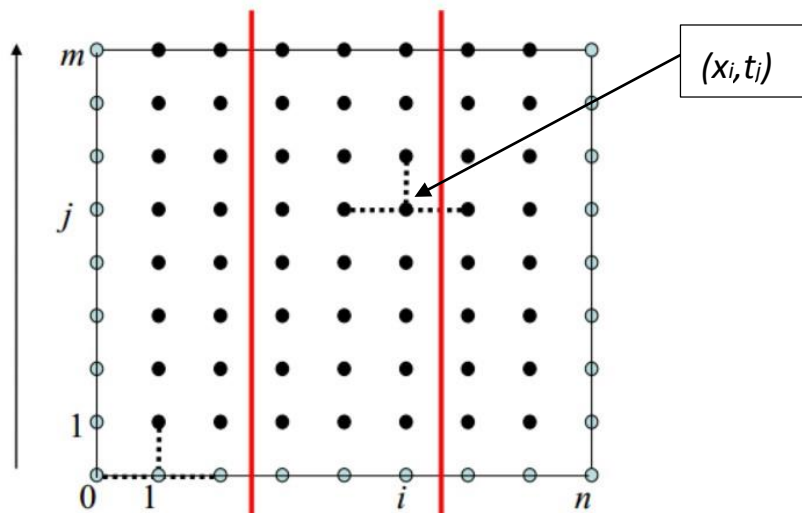


Рис. 10. Решение уравнения

Возможны два варианта решения: прямым счетом по слоям (шагам по времени) и распараллеливанием вычислений значения для слоя (цикл по  $i$ ).

Программная реализация явной схемы при построении последовательного алгоритма:

```
double h, tau, s, a; int
i, j;
double u[100], u0[100], f[100][100];
...
s = a*a*tau/(h*h); for(j
= 1; j < m; j++)
{
    for(i = 1; i < n-1; i++)
        u[i] = s*(u0[i-1] + u0[i+1] - 2*u0[i]) - tau*
f[i][j]; for(i = 1; i < n-1;
i++)
        u0[i] = u[i];
}
```

Рассматривается пример программной реализации явной схемы на основе параллельного алгоритма:

```
double h, tau, s, a; int
i, j;
double u[100], u0[100], f[100][100];
...
s = a*a*tau/(h*h); for(j
= 1; j < m; j++)
{
    #pragma omp parallel for private (i)
    for(i = 1; i < n-1; i++)
        u[i] = s*(u0[i-1] + u0[i+1] -2*u0[i])-tau*
f[i][j];
    #pragma omp parallel for private (i)
    for(i = 1; i < n-1; i++)
        u0[i] = u[i];
}
```

### ***Задание к лабораторной работе***

1. Изучить теоретический материал.
2. Дополнить программный код (ввод/вывод, функция main).
3. Включить компьютер и загрузить среду Visual Studio 2010 (рис. 11).

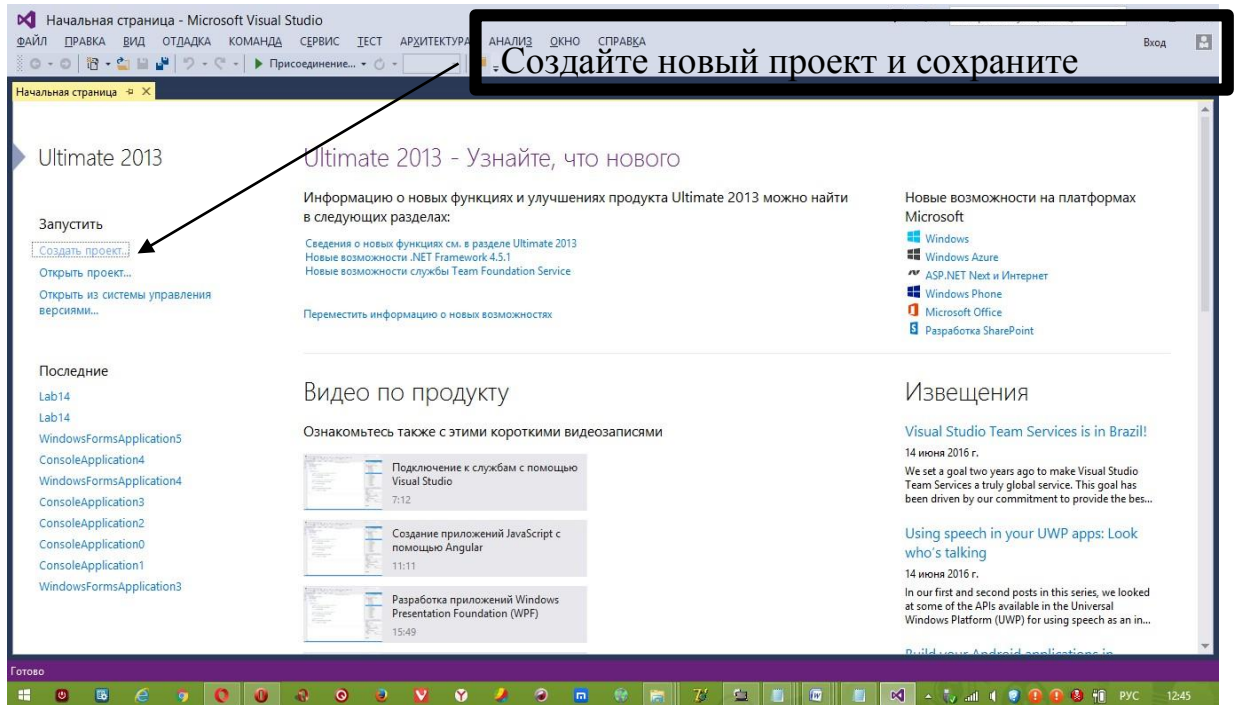


Рис. 11. Интерфейс программы

4. Подключить OpenMP: Проект – Свойства – Свойства конфигурации –

Язык, включить OpenMP (рис. 12, рис. 13).

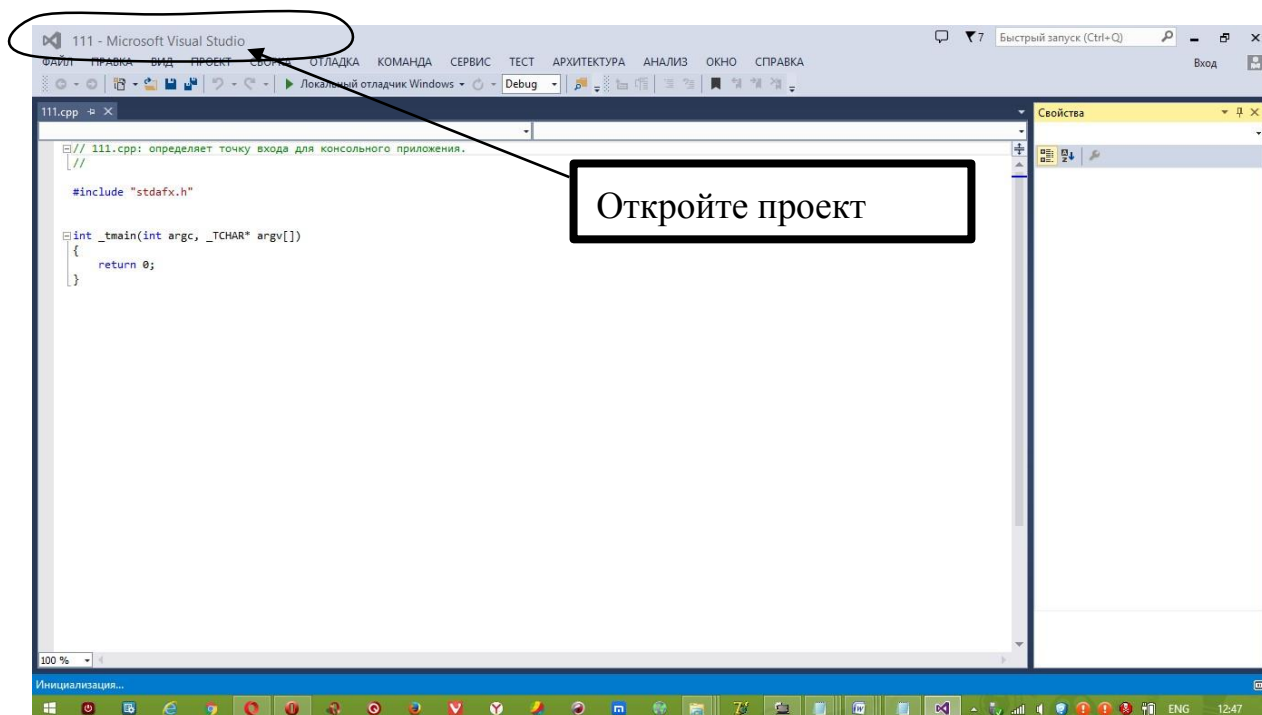


Рис. 12. Новый проект

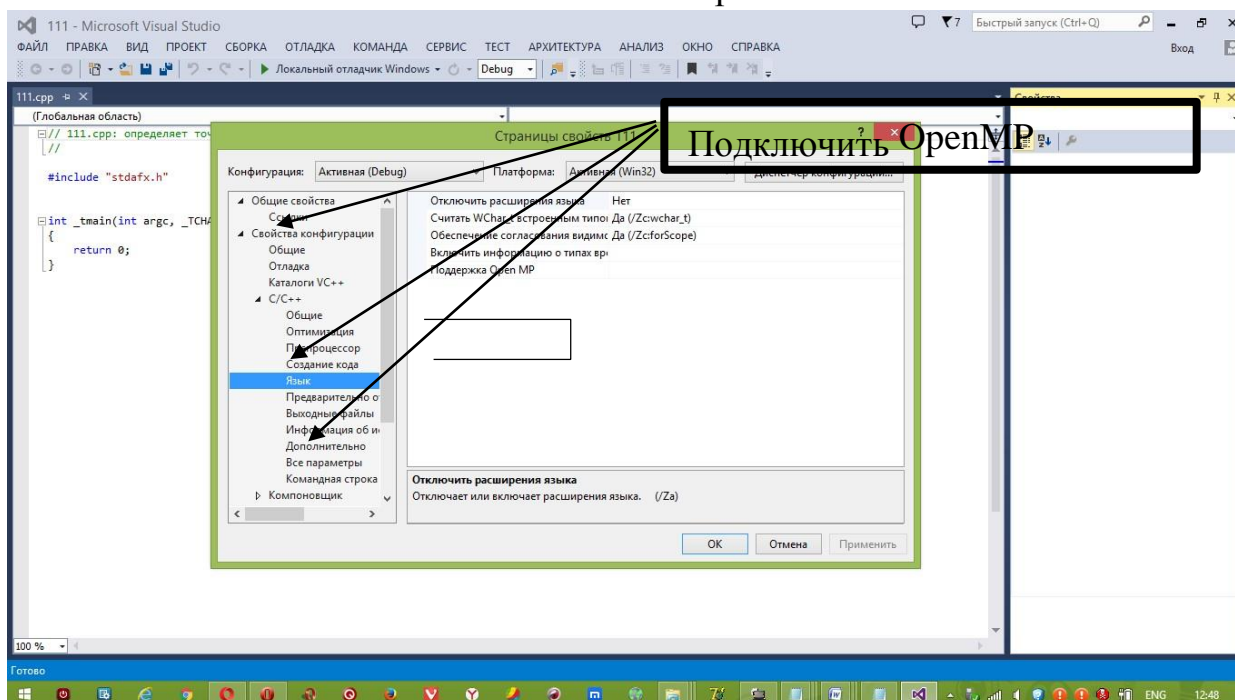


Рис. 13. Подключение OpenMP

5. Ввести в шаблоне консольного приложения программный код каждой задачи лабораторной работы.



6. Протестировать. Вывести на экран полученный результат. Убедиться в том, что найден правильный ответ.
7. Провести расчет с различными данными в задаче № 3.
8. Предоставить письменный отчет по лабораторной работе.

### *Список, рекомендуемой литературы*

Основная литература:

1. Microsoft. <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/dd335940.aspx>  
(дата обращения 05.06.2016).
2. Головин И. Г. Языки и методы программирования: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии"/ И. Г. Головин, И. А. Волкова. - Москва: Академия, 2012. - 304 с.

Дополнительная литература:

3. Андреев О. В. Термический анализ: учеб. пособие/ О. В. Андреев. - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. - 168 с

В процессе выполнения лабораторной работы студенты имеют реальную возможность сформировать представления об основах параллельного программирования и перспективах его использования при решении различных задач.

Таким образом, был переработан полностью учебно-методический комплекс по дисциплине «Информатика» для направлений Физикотехнического института Тюменского государственного университета. Введены для обязательного изучения элементы суперкомпьютерных технологий. Рабочие программы для студентов направлений 16.03.01 Техническая физика и 03.03.02 Физика очной формы обучения содержат разделы, предполагают изучение истории развития суперЭВМ и основ параллельного программирования.

## Заключение

Отрасли информационных технологий в современном мире отводится ключевая роль, которая определяет актуальность и востребованность соответствующих фундаментальных и прикладных знаний.

Суперкомпьютерные технологии (моделирование) – важнейшее направление развития современных информационных технологий в России.

Развитие методов высокопроизводительных вычислений и подготовка кадров в этом направлении является актуальной проблемой, существенно влияющей на решение сложных научно-технических задач государственного значения. Такие технологии есть эффективное средство получения нового образования и качественно новых результатов в фундаментальных исследованиях и создания наукоемких приложений в различных отраслях науки и техники. [37]

Следовательно, введение изучения в курс информатики для студентов направлений Физико-технического института ТюмГУ элементов суперкомпьютерных технологий, а именно, формирование представлений о суперЭВМ и параллелизме в задачах, является актуальным решением.

Цель научно-исследовательской работы по корректировке учебной программы дисциплины «Информатика» для студентов по направлениям подготовки Физика и Техническая физика путем внедрения в образовательный процесс основных понятий в области суперкомпьютерных технологий достигнута.

Модернизирован учебно-методический комплекс по дисциплине в связи с тем, что содержание учебной программы повлекло за собой необходимость внесения изменений, практически, в каждый раздел действующего УМК.

Конкретизированы критерии, отражающие степень освоения материала в соответствии с перечнем формируемых компетенций у студентов. При этом учитывалось, что студенты непрофильной специальности смогут остановиться

на уровне ознакомления и понимания («пороговый» критерий), т. е. более высокие требования соответствуют «базовому» и «повышенному» критериям.

Определены новые подходы к построению лекционного курса, организации самостоятельной работы студентов, разработки контрольноизмерительных материалов. Подготовлена лабораторная работа по теме «Параллельные вычисления в задачах».

Обозначенная нами в целом тема магистерской диссертации «Элементы суперкомпьютерных технологий в преподавании дисциплины «Информатика» направлений ФТИ ТюмГУ» актуальна и требует дальнейшей разработки в области научно-практических исследований.

## Список литературы

1. Microsoft. <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/dd335940.aspx> (дата обращения 05.06.2016).
2. Supercomputer Software Department. [электронный ресурс] <http://ssd.sccc.ru/ru/> (дата обращения 12.03.2016).
3. Араманович И.Г. Левин В.И. Уравнения математической физики. [электронный ресурс] <http://www.page-book.ru/i220139> (дата обращения 28.04.2016).
4. Бабич О.В. Основы алгоритмики: метод. пособие. [электронный ресурс] <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/2685/2008189.pdf?sequence=1> (дата обращения 10.04.2016).
5. Банк лекций. [электронный ресурс] <http://siblec.ru/> (дата обращения 14.02.2016).
6. Бартенев Ю.Г., Близнюк Г.Г., Логвин Ю.В., Шатохина Ю.В. Интегральные показатели оценки многопроцессорных вычислительных систем. // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Математическое моделирование физических процессов. 2010. № 4. С. 44-51
7. Большой толковый словарь русского языка. [электронный ресурс] <http://enc-dic.com/kuzhencov/Informatika-57698/> (дата обращения 12.03.2016).
8. Воеводин В. В. Суперкомпьютерная грань компьютерного мира. Образование. [электронный ресурс] [http://dscon.ru/education/parallel\\_super\\_1.htm/](http://dscon.ru/education/parallel_super_1.htm/) (дата обращения 15.03.2016).
9. Высшая школа экономики. [электронный ресурс] <https://www.hse.ru/pubs/share/direct/document/167043947> (дата обращения 10.04.2016).
10. Гергель В.П. Параллельные вычисления. [электронный ресурс]

<http://www.itlab.unn.ru/archive/parallel/PresentationLect/lect03.pdf> (дата обращения 10.05.2016).

11. Глухих И.Н., Пряхина Е.Н. Компьютерные технологии для формирования компетенций лица, принимающего решения.// В мире научных открытий. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2014. №11.7(59) (Социальногуманитарные науки). – С. 2704-271.
12. Деловые издания для профессионалов. [электронный ресурс] <http://www.press-service.ru/terms/143> (дата обращения 15.03.2016).
13. Информационная система «Конференции» [электронный ресурс] <http://conf.nsc.ru/announcement/list> (дата обращения 10.04.2016).
14. Информационно-аналитический центр по параллельным вычислениям. [электронный ресурс] <https://parallel.ru> (дата обращения 10.04.2016).
15. Информационно-аналитический центр по параллельным вычислениям. [электронный ресурс] <https://parallel.ru/mvs/levin.html/> (дата обращения 10.04.2016).
16. Информационные технологии в образовании. [электронный ресурс] <http://rostov.ito.edu.ru/2013/section/200/96628/index.html> (дата обращения 10.04.2016).
17. Информационные технологии в образовании. [электронный ресурс] [http://ito.edu.ru/sp/SP/SP-0-2014\\_04\\_29.html](http://ito.edu.ru/sp/SP/SP-0-2014_04_29.html)
18. ИТО – ИНДО – 2014. [электронный ресурс] [http://ito.edu.ru/sp/SP/SP-0http://ito.edu.ru/sp/SP/SP-0-2014\\_04\\_29.html](http://ito.edu.ru/sp/SP/SP-0http://ito.edu.ru/sp/SP/SP-0-2014_04_29.html)2014\_04\_29.html (дата обращения 10.04.2016).
19. Колин К. К. Становление информатики как фундаментальной науки и комплексной научной проблемы. [электронный ресурс]. <http://refdb.ru/look/2831686-pall.html> (дата обращения 10.04.2016).

20. Колин К.К. Становление информатики как фундаментальной науки и комплексной научной проблемы. [электронный ресурс] <http://podelise.ru/docs/index-136738.html> (дата обращения 14.02.2016).
21. Кузминский М. Д., Волков В. В. Современные суперкомпьютеры: состояние и перспективы. - М., 2009.
22. Кучев А.Д., Плаксин М.А. Параллельные вычисления в школьной информатике. Игра «Танковый экипаж». // Информатика в школе: прошлое, настоящее и будущее.: материалы Всеросс. науч.-метод. конф. по вопросам применения ИКТ в образовании, 6-7 февраля 2014 г. /Перм. гос. нац. иссл. ун-т. — Пермь, 2014. — С.241-243.
23. Лапчик М.П. Методика преподавания информатики: Учеб. пособие для студ. пед. вузов/ М.П.Лапчик, И.Г.Семакин, Е.К.Хеннер; Под общей ред. М. П. Лапчика. — М.: Издательский центр «Академия», 2001. — 624 с.
24. Лапчик М.П. Элементы программирования для ЭВМ: Учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов. Омск, 1976.
25. Методика преподавания информатики и вычислительной техники: Progr. пед. ин-тов/ Сост. В.М.Заварыкин, В.Г.Житомирский, М.П.Лапчик, В.И.Ефимов; Отв. ред. В.М.Монахов. — М.: Минпрос СССР, 1987.
26. Монахов В.М., Кузнецов А.А., Лапчик М.П. Научно-методические основы информатики и вычислительной техники: и др. [электронный ресурс] <http://www.metodichka.x-pdf.ru/15pedagogika/461080-2-mplapchik>[igsemakin-ekhenner-metodika-prepodavaniya-informatiki-pod-obschey-redakciey-lapchika-rekomendovano-uchebno-meto.php](http://www.metodichka.x-pdf.ru/15pedagogika/461080-2-mplapchik-igsemakin-ekhenner-metodika-prepodavaniya-informatiki-pod-obschey-redakciey-lapchika-rekomendovano-uchebno-meto.php)[igsemakin-ekhenner-metodika-prepodavaniya-informatiki-pod-obschey-redakciey-lapchika-rekomendovano-uchebno-meto.php](http://www.metodichka.x-pdf.ru/15pedagogika/461080-2-mplapchik-igsemakin-ekhenner-metodika-prepodavaniya-informatiki-pod-obschey-redakciey-lapchika-rekomendovano-uchebno-meto.php) (дата обращения 12.03.2016).

27. Наука и образование. [электронный ресурс] <http://alfa2omega.ru/load/referaty/inf/2834/47-1-0-2834> (дата обращения 10.04.2016).
28. Научный портал по биоинформатике. [электронный ресурс] <http://www.bioinformatix.ru>. (дата обращения 12.05.2016).
29. Платформы. [электронный ресурс] <http://www.t-platforms.ru>. (дата обращения 10.04.2016)
30. Предмет информатики. [электронный ресурс] <http://fb.ru/article/198077/predmet-informatiki---eto-ponyatie-informatiki> (дата обращения 14.02.2016).
31. Преподавание информационных технологий в Российской Федерации» [электронный ресурс] <http://xn----8sbacgtleg3cfdxy.xn-p1ai/2015/section/148/14893/index.html> (дата обращения 10.04.2016).
32. Пряхина Е. Н. Суперкомпьютерные технологии в образовательных программах // Дистанционное и виртуальное обучение. № 2, 2016 – с. 4148
33. Пряхина Е.Н. Инновационная образовательная среда университета и компетенции выпускника-инноватора // Историческая и социальнообразовательная мысль. Том 7 №4, 2015 – с. 133-136
34. Пряхина Е.Н. Обеспечение непрерывности образования в преподавании курса информатики.// В мире научных открытий. Красноярск: Научноинновационный центр, 2014, №11.7(59). (Социально-гуманитарные науки). – С. 2649-2656
35. Пряхина Е.Н. Формирование компетенций на уроках информатики.// В мире научных открытий. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2014. №11.7(59) (Социально-гуманитарные науки). – С. 2656-2670
36. Садовничий В.А. Об информатике и ее преподавании в школе //Программирование, 2011. Т. 37. № 6. С. 273-278.]

37. Сайт Тюменского государственного университета. [электронный ресурс] <http://www.utmn.ru>. (дата обращения 25.05.2016).
38. Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям. [электронный ресурс] <http://conference.tsu.ru/pvv> (дата обращения 14.05.2016)
39. Сибирская школа-семинар по параллельным вычислениям. [электронный ресурс] [window.edu.ru](http://window.edu.ru) (дата обращения 22.05.2016).
40. Системы. [электронный ресурс] <http://ti-sys.tradition.ru/> (дата обращения 28.04.2016).
41. Томский государственный университет [электронный ресурс] [http://de.tsu.ru/webdesign/tsu/core.nsf/structure/prn/education\\_faculties\\_fin](http://de.tsu.ru/webdesign/tsu/core.nsf/structure/prn/education_faculties_fin) (дата обращения 12.03.2016).
42. Тюменский государственный университет. [электронный ресурс] <http://www.utmn.ru> (дата обращения 22.05.2016).
43. Уральский федеральный университет. [электронный ресурс] <http://urfu.ru/ru/news/news/8769/> (дата обращения 12.03.2016).
44. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования / М-во образования и науки Рос. Федерации. – М.: Просвещение, 2011. – 48 с.