

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 11.05.2026 09:17:53

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d70e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)**

Кафедра вычислительной техники



Параллельное программирование

Методические указания по подготовке к лабораторным и практическим занятиям и выполнению самостоятельной работы для обучающихся, осваивающих ОПОП ВО – программы магистратуры, реализуемые по модели «перевернутого обучения»

Курск – 2026

УДК 65.014

Составитель: Э.И. Ватутин

Рецензент

К.т.н., доцент Т.Н. Конаныхина

Параллельное программирование: методические указания по подготовке к лабораторным и практическим занятиям и выполнению самостоятельной работы для обучающихся, осваивающих ОПОП ВО – программы магистратуры, реализуемые по модели «перевернутого обучения» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Э.И. Ватутин. – Курск, 2026. – 32 с.:– Библиогр.: с. 32.

Методические указания структурированы по темам дисциплины, знакомят обучающихся с алгоритмом, применяемым при реализации ОПОП ВО по модели «перевернутого обучения»; содержанием самостоятельной работы обучающихся по освоению каждой темы дисциплины и планом проведения каждого лабораторного занятия; включают вопросы и задания, предлагаемые обучающимся для самостоятельной внеаудиторной и аудиторной работы.

Предназначены для обучающихся по очной форме обучения по ОПОП ВО – программам магистратуры, реализуемым по модели «перевернутого обучения», осваивающих дисциплину «Параллельное программирование».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60х84 1/16.

Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,68.

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Освоение дисциплины «Параллельное программирование» в рамках ОПОП ВО – программы магистратуры, реализуемой в ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» по модели «перевернутого обучения», имеет свои особенности, связанные со спецификой данной модели. Главная из них состоит в том, что контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя только лабораторные и практические занятия.

Занятия лекционного типа по дисциплине отсутствуют.

Организовать работу по изучению каждой темы обучающемуся поможет знание алгоритма, применяемого при реализации «перевернутого обучения». Алгоритм освоения каждой темы дисциплины включает 6 последовательно совершаемых шагов или этапов, первый из которых осуществляется дистанционно, остальные – очно, на практических занятиях:

1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа студентов: предварительное (до начала первого практического занятия по теме) самостоятельное изучение обучающимися теоретического учебного контента по новой теме дисциплины.

2. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы (входной контроль знаний) в виде тестирования (проводится очно в начале первого аудиторного занятия по данной теме в присутствии преподавателя).

3. Уточнение и (или) углубление отдельных сложных и (или) спорных вопросов на практическом занятии в рамках групповой консультации или индивидуальных консультаций.

4. Выполнение практических заданий. Работа обучающихся в малых группах по технологии ротации станций и другим технологиям.

5. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

6. Текущий контроль успеваемости по изученной теме.

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с нижеследующим описанием алгоритма, которым он будет пользоваться в дальнейшем.

1-й этап. При реализации ОПОП ВО – программы магистратуры по модели «перевернутого обучения» огромное значение приобретает первый из указанных выше этапов – этап предварительного самостоятельного освоения темы по учебно-методическим материалам, разработанным преподавателем и представленным в цифровом формате на портале **do.swsu.ru** в виде:

- инструкции для обучающегося о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы, которая включает также перечень теоретических вопросов, необходимых для самостоятельного изучения;

- текста с изложением всех теоретических вопросов темы, указанных в инструкции;

- мультимедийной презентации по данной теме;

- видеоролика по данной теме.

Обучающийся имеет доступ к теоретическому учебному контенту по теме в режиме 24 / 7 и может ознакомиться с ним в любое удобное для него время в любом месте (как находясь в университете, так и за его пределами) в наиболее комфортном для него темпе, при необходимости останавливаясь в любом месте и делая паузы. Обучающийся может повторно обратиться к указанным материалам и просмотреть их неограниченное количество раз. Также обучающийся может пользоваться данными материалами непосредственно на практическом занятии.

Цель обучающегося на первом этапе – понять и запомнить теоретический учебный материал по изучаемой теме.

В начале работы по изучению теоретического учебного контента по новой теме необходимо прочитать инструкцию преподавателя. В инструкции приводится перечень теоретических вопросов, которые должен изучить обучающийся по конкретной теме, и предлагается порядок организации самостоятельной работы обучающегося по изучению данной темы. Перечисленные вопросы являются обязательными для изучения. Заданного в инструкции порядка организации самостоятельной работы рекомендуется придерживаться, но обучающийся имеет право адаптировать данный порядок для себя.

Подробно конспектировать изученный теоретический материал не требуется, но при работе с текстом для лучшего

запоминания и усвоения учебной информации обучающимся предлагается фиксировать термины, основные теоретические положения в виде опорного конспекта или ментальной карты (интеллект-карты). (Ментальная карта (от англ. «mind map») – современный и распространенный в мире метод визуального представления идей, задач, концепций и любой другой информации. Это схема визуального представления информации, которая отражает взаимосвязь между несколькими элементами. Структура карты внешне напоминает дерево: в центре располагают основную идею, тему, проблему, ключевое слово, вопрос и т.п., а от нее (него) в разные стороны разводят «ветви» (стрелки), каждая из которых визуализирует связанные с главной (главным) термины, наименования, формулы, аргументы, примеры, выводы и др.)).

После тщательного изучения материалов, представленных преподавателем, обучающийся может продолжить работу над темой по источникам, указанным в разделах 8-9, 11 рабочей программы дисциплины. Самостоятельная работа с дополнительной литературой (учебной, справочной, научной), материалами периодических изданий и Интернета способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. При работе с источниками и литературой необходимо:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прочитанное;
- фиксировать основное содержание прочитанного текста; формулировать устно и письменно основную идею текста; составлять план, формулировать тезисы.

По завершении самостоятельного изучения темы целесообразно в качестве самоконтроля вслух пересказать положения, указанные преподавателем в инструкции как вопросы, обязательные для изучения. Необходимо добиться глубокого, осознанного освоения содержания темы и свободного владения им, в том числе терминологией.

2-й этап. После изучения темы обучающийся выполняет входное тестирование (не является формой текущего контроля

успеваемости, но является обязательным). В одном варианте входного тестирования, как правило, 15 вопросов во всех 4 формах, представленных в подразделе 7.3.1 рабочей программы дисциплины. Входное тестирование оценивается по дихотомической шкале: «прошел входное тестирование» / «не прошел входное тестирование». При получении отрицательной оценки необходимо еще раз перечитать и просмотреть все теоретические учебные материалы, представленные преподавателем в цифровом формате, и пройти входное тестирование повторно до получения положительного результата.

3-й этап. По результатам самостоятельной работы и входного тестирования обучающийся определяет непонятные, и (или) сложные для него, и (или) спорные вопросы; преподаватель со своей стороны также по результатам входного тестирования устанавливает вопросы, которые необходимо уточнить и (или) углубить на практическом занятии для всей группы или для нескольких конкретных студентов. Данные вопросы могут быть рассмотрены концентрированно в начале занятия или постепенно в ходе всего занятия в рамках групповой консультации или индивидуальных консультаций (в зависимости от количества обучающихся, нуждающихся в дополнительных пояснениях преподавателя в каждом конкретном случае). Индивидуальная работа с каждым обучающимся поможет оперативно ликвидировать пробелы в его знаниях.

4-й этап является главным и самым продолжительным этапом практического занятия. Работа обучающихся на данном этапе, как правило, организуется в малых группах (3-5 человек) по технологии ротации станций, но также может организовываться и по иным технологиям.

При реализации технологии ротации станций пространство аудитории условно или буквально делится на несколько станций, количество которых совпадает с количеством малых групп.

На одной из станций группа работает с преподавателем, на других – самостоятельно. На всех остальных станциях группа выполняет одно общее практическое задание или все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные, похожие практические задания.

Задания на станциях направлены на формирование у обучающихся когнитивных умений и навыков всех уровней, начиная с низкого до высокого в приведенном ниже порядке:

- понимание основных положений данной темы;
- применение полученных самостоятельно знаний в конкретной производственной ситуации;
- анализ и синтез информации или каких-либо данных;
- оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.;
- создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

На всех станциях имеются необходимые для выполнения задания материалы (учебная, учебно-методическая и (или) научная литература; ГОСТы или иные стандарты, нормативы и требования; чертежи, схемы, графики, диаграммы, таблицы; лабораторное оборудование; компьютеры; инструкции, памятки и т.д.).

Время работы групп на одной станции строго ограничено, одинаково для всех станций и устанавливается преподавателем: 10, 15, 20, 25 минут или иное. По наступлении дедлайна группы по часовой стрелке переходят на следующую станцию и выполняют практическое задание этой станции.

Таким образом, в течение практического занятия каждая группа проходит все станции, в том числе ту, на которой устно отвечает на вопросы преподавателя. Преподаватель, общаясь поочередно со всеми группами, определяет уровень освоения и понимания темы каждым студентом, и дает необходимые индивидуальные консультации. Каждая группа, поработав на всех станциях, выполняет полный пакет практических заданий, подготовленных преподавателем для данного практического занятия.

5-й этап. В самом конце практического занятия озвучиваются и коллективно обсуждаются решения всех практических заданий. Группы выступают поочередно: каждая предлагает свое решение задания той станции, на которой в данный момент находится, в обсуждении которого участвуют все остальные группы.

6-й этап. Текущий контроль успеваемости по изученной теме осуществляется, как правило, в конце последнего практического занятия по данной теме или постфактум дистанционно. Формы

текущего контроля успеваемости указаны в таблице 4.1.2 рабочей программы дисциплины; в полнотекстовом виде оценочные средства приведены в оценочных средствах для текущего контроля знаний и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Параллельное программирование».

При подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине необходимо повторить основные теоретические положения каждой изученной темы и основные термины, самостоятельно решить несколько типовых компетентностно-ориентированных задач. Доступ обучающихся к теоретическому учебному контенту, представленному в цифровом формате, дедлайнами не ограничен и возможен как при подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине, так и в течение всего периода освоения ими ОПОП ВО, реализуемой по модели «перевернутого обучения».

ПЛАН ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТИЯ № 1

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 1 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 3.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.
5. Текущий контроль успеваемости по теме № 1.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 1 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 1

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме № 1

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 3:

1. Инструментарий CUDA применяется для – _____.
2. Бенчмарки применяются для
 - а) измерения пиковой производительности вычислительной системы;
 - б) измерения реальной производительности вычислительной системы;
 - в) оценки времени выполнения программы.
3. Какие из перечисленных величин не являются величинами измерения производительности?
 - а) FLOPS
 - б) MIPS
 - в) секунды
 - г) DRYSTONE
4. Недостатками применения синтетических бенчмарков являются:
 - а) невозможность измерения производительности в реальной задаче;
 - б) измерение производительности только выбранной подсистемы вычислительной системы;
 - в) измерение производительности вычислительной системы только в выбранном синтетическом тесте;
 - г) невозможность масштабирования полученных результатов.
5. Единицей измерения производительности в целочисленных операциях является:
 - а) INTOPS
 - б) FLOPS
 - в) DRYSTONE
 - г) WHETSTONE

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 3

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались

сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 5 станциях.

Учебная группа делится на 5 малых групп, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2-4 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 5 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.

Время работы группы на одной станции – 15 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем *(по содержанию темы № 1, изученному дома самостоятельно)*

1. Разработка программы с использованием компилятора командной строки для CUDA.

2. Разработка программы для CUDA с использованием среды разработки Microsoft Visual Studio.

Практическое задание для станции № 2 (общее)

Реализация компиляции простой программы с использованием инструментария CUDA: сумма векторов.

Практическое задание для станции № 3 (общее)

Реализация компиляции простой программы с использованием инструментария CUDA: скалярное произведение векторов.

Практическое задание для станции № 4 (общее)

Реализация компиляции простой программы с использованием инструментария CUDA: сложение матриц.

Практические задания для станции № 5 (индивидуальные)

Реализация компиляции простой программы с использованием инструментария CUDA: умножение матриц, измерение реальной производительности индивидуальной вычислительной системы, сравнение полученных значений с аналогами.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

5. Текущий контроль успеваемости по теме № 1

Текущий контроль успеваемости проводится в форме решения кейс-задачи.

Исходная информация: материалы информационного портала «Управление производством» <http://www.up-pro.ru>

Порядок выполнения:

- разработать кейс для анализа поставленной индивидуальной задачи в соответствии с заданным индивидуальным вариантом;
- сформировать перечень возможных проблем при решении поставленной индивидуальной задачи;
- оценить производительность вычислительной системы при решении поставленной индивидуальной задачи;
- оценить влияние различных подсистем вычислительной системы на производительность при решении поставленной индивидуальной задачи.

Отчет о выполнении кейс-задачи оформляется на листах формата А4 и предусматривает следующее обязательное содержание:

- описание анализируемого кейса;
- постановку задачи в соответствии с целью работы;
- описание стратегии разработки программы в соответствии с индивидуальным вариантом;
- аналитические выводы, полученные по результатам разработки;
- рекомендации по устранению проблем и совершенствованию разработанной программной реализации.

Шкала и критерии оценивания приведены в оценочных средствах по дисциплине «Параллельное программирование» для данной ОПОП ВО, которые размещены на официальном сайте университета по ссылке <https://swsu.ru/sveden/education/eduop/>.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 1

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 1 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 3.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

5. Текущий контроль успеваемости по теме № 1.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

3.1. Изучить принципы организации векторных расширений системы команд типа SIMD в соответствии с классификацией вычислительных систем Флинна.

3.2. Изучить принципы организации векторного расширений MMX, SSE и AVX.

3.3. Разработать тестовые программы для выполнения типовых действий (сложение векторов, скалярное произведение векторов).

3.4. Измерить время выполнения скалярной и векторной программных реализаций.

3.5. Сделать выводы о результатах векторизации программного кода.

3.6. Оформить отчет с результатами выполнения практической работы.

ТЕМА № 2

ВВЕДЕНИЕ В ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ

*Задания, выполняемые до начала
первого лекционного занятия по теме № 2*

1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 2: предварительное (до начала первого практического занятия по теме) самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru.

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное.

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме № 2 в ходе чтения текста (параллельно с ним).

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

1. Какие поколения вычислительных систем вы знаете?
2. В какой вычислительной машине впервые была заложена возможность программирования?
3. В чем заключается принцип фон Неймана?
4. Какие виды параллелизма вы знаете?
5. Как реализуется конвейеризация вычислений в современных процессорах?
6. Как реализуется многоядерность в современных процессорах?
7. Что такое логическая и физическая многопоточность в составе процессора?
8. За что отвечает технология Hyper-Threading?
9. Чем параллельные вычислительные системы с общей памятью отличаются от систем с распределенной памятью?
10. Как реализуется векторных принцип обработки информации в современных процессорах?
11. В чем ключевые особенности концепции GPGPU?

1.6 Возьмите с собой на практическое занятие свой **опорный конспект** по теме № 2.

Лабораторное занятие № 1

«Разработка программ с поддержкой технологии CUDA с использованием компилятора командной строки»

Цель лабораторного занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 3.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
требования	осуществлять	в области
проектирования	проектирование	проектирования
программного	программного	программного
обеспечения	обеспечения	обеспечения.

Необходимое материально–техническое оборудование: персональный компьютер, ноутбук, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТИЯ № 2

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 2 (входной контроль знаний).

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 5.

3. Выполнение обучающимися практических заданий.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

5. Текущий контроль успеваемости по теме № 2.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 2 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 2

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме № 2

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 2:

1. В чем отличие реальной и пиковой производительности?
2. Какое влияние оказывает закон Мура на рост производительности вычислительных систем с позиции параллельного программирования?
3. Какое влияние оказывает закон Деннарда на рост производительности вычислительных систем с позиции параллельного программирования?
4. Что из перечисленного не относится к параллельным вычислительным системам?
 - а) конвейерное исполнение
 - б) многоядерность
 - в) векторные расширения системы команд
 - г) переупорядочивание команд и их спекулятивное исполнение
5. Укажите соответствие между перечисленными ниже терминами.

SMT	многопоточное программирование
SSE	программирование кластерных систем
MPI	векторное программирование
CUDA	программирование GPU

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного

списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 5 станциях.

Учебная группа делится на 5 малых групп, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2–4 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 5 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.

Время работы группы на одной станции – 15 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 2, изученному дома самостоятельно)

Изучить принципы организации векторных расширений системы команд CPU в соответствии с принципом SIMD.

Практическое задание для станции № 2 (общее)

Изучить особенности организации команд расширения MMX.

Практическое задание для станции № 3 (общее)

Разработать простую программную реализацию с использованием расширения системы команд MMX: сумма векторов целочисленных данных различного размера.

Практическое задание для станции № 4 (общее)

Разработать программные реализации для реализации действия в соответствии с правилами арифметики с насыщением: сложение и умножение многоразрядных чисел с использованием технологии MMX.

Практические задания для станции № 5 (индивидуальные)

Разработать программную реализацию заданного оператора пространственного дифференцирования изображения (в соответствии с индивидуальным вариантом) с использованием команд расширения MMX.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

5. Текущий контроль успеваемости по теме № 2

Текущий контроль успеваемости проводится в форме решения кейс-задачи.

Исходная информация: сайты предприятий.

Содержание и порядок выполнения задания:

1. Изучить исходные положения, раскрывающие особенности процесса программирования с использованием расширения MMX.

2. Сформировать факторы, влияющие на сроки разработки программной реализации.

3. Произвести разработку программной реализации.

4. Оценить выигрыш во времени путем сравнения скалярной и векторизованной программных реализаций.

5. Привести набор тестовых примеров, отражающих корректность работы разработанной программной реализации.

Содержание отчета.

Отчет должен представлять собой документ MS Word и содержать:

- название, цель и ход выполнения работы;
- используемую информацию для разработки программной реализации;
- сформированный перечень факторов, влияющих на сроки разработки программной реализации;
- выводы по результатам исследования и его актуальности.

Шкала и критерии оценивания приведены в оценочных средствах по дисциплине «Параллельное программирование» для данной ОПОП ВО, которые размещены на официальном сайте университета по ссылке <https://swsu.ru/sveden/education/eduop/>.

ТЕМА № 3

ПОНЯТИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И СПОСОБЫ ЕЕ ИЗМЕРЕНИЯ

1. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ

Задания, выполняемые до начала

первого лабораторного занятия по теме № 3

1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 3: предварительное (до начала первого лабораторного занятия по теме) самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме №3 в ходе чтения текста (параллельно с ним).

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

1. Дайте определение производительности.
 2. Что такое пиковая производительность?
 3. Что такое реальная производительность?
 4. Чем реальная производительность отличается от пиковой?
 5. В чем отличие формулировки производительности в сфере вычислительной техники от других сфер (например, от сферы производства продукции)?
 6. Что такое бенчмарк?
 7. Какие бенчмарки вы знаете?
 8. Какие способы усреднения показаний бенчмарков вы знаете?
 9. В каких единицах измеряется производительность вычислительных систем?
 10. Дайте определение масштабируемости вычислительной системы.
- 1.6 Возьмите с собой на лабораторное занятие свой **опорный конспект** по теме № 3.

II. АУДИТОРНАЯ ЧАСТЬ

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 2

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний).

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 3.

3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.
5. Текущий контроль успеваемости по теме № 3.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

3.1. Детально изучить принципы организации векторных расширений MMX и 3DNow.

3.3. Разработать тестовые программы для выполнения типовых действий (сложение, умножение массивов целых чисел, организация арифметических операций в арифметике с насыщением, работа с числами различной разрядности).

3.4. Измерить время выполнения скалярной и векторной программных реализаций.

3.5. Сделать выводы о результатах векторизации программного кода.

3.6. Оформить отчет с результатами выполнения практической работы.

ТЕМА № 4 ЗАКОН АМДАЛА

I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ

*Задания, выполняемые до начала
первого лабораторного занятия по теме № 4*

1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 4: предварительное (до начала первого лабораторного занятия по теме) самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме № 4 в ходе чтения текста (параллельно с ним).

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

1. Дайте определения масштабирования вычислительной системы.

2. Какой основной фактор ограничивает масштабирование вычислительной системы?

3. На какие условные составные части разбивается задача в рамках формулировки закона Амдала?

4. Какое влияние оказывают накладные расходы от синхронизации параллельных процессов на формулировку закона Амдала?

5. В чем отличие идеальной и реальной формулировок закона Амдала?

6. В каком случае достигается линейное масштабирование параллельной вычислительной системы?

7. Может ли наблюдаться сверхлинейное масштабирование параллельной вычислительной системы?

8. В случае, если последовательная часть распараллеливаемой программы составляет 50%, какой теоретически максимальный выигрыш от распараллеливания может быть достигнут?

9. Возможно ли обойти закон Амдала с использованием квантовых компьютеров?

10. Какие требования к алгоритмам и их программным реализациям должны выполняться для их эффективного исполнения на современных суперкомпьютерах топового класса?

1.6 Возьмите с собой на лабораторное занятие свой **опорный конспект** по теме № 4.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 3

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 4 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 4.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.
5. Текущий контроль успеваемости по теме № 4.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

- 3.1. Детально изучить принципы организации векторных расширений SSE и AVX.
- 3.2. Разработать тестовые программы для выполнения типовых действий (реализация заданного оператора пространственного дифференцирования изображения для заданной связки команд).
- 3.3. Измерить время выполнения скалярной и векторной программных реализаций.
- 3.4. Сделать выводы о результатах векторизации программного кода.
- 3.5. Оформить отчет с результатами выполнения практической работы.

ТЕМА № 5 СРЕДСТВА АППАРАТНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ

*Задания, выполняемые до начала
первого лабораторного занятия по теме № 5*

1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 5: предварительное (до начала первого лабораторного занятия по

теме) самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме № 4 в ходе чтения текста (параллельно с ним).

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

1. Какие средства аппаратной поддержки параллельного выполнения программ вы знаете?

2. Что такое векторный параллелизм и как он реализуется в современных процессорах?

3. Что такое расширение системы команд MMX?

4. Что такое расширение системы команд SSE?

5. Что такое расширение системы команд AVX?

6. Какие версии расширения системы команд SSE существуют?

7. Какие версии расширения системы команд AVX существуют?

8. Как организовать параллельное программирование под многоядерные процессоры?

9. В чем ключевые отличия программирования многоядерных и многопроцессорных систем с общей памятью?

10. Что такое микрооперации и для чего они применяются?

1.6 Возьмите с собой на лабораторное занятие свой **опорный конспект** по теме № 5.

II. АУДИТОРНАЯ ЧАСТЬ

Лабораторное занятие № 2

«Определение параметров видеокарты с поддержкой технологии CUDA в среде Microsoft Visual Studio»

Цель лабораторного занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 5.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
требования	осуществлять	в области
проектирования	проектирование	проектирования
программного	программного	программного
обеспечения	обеспечения	обеспечения.

Необходимое материально–техническое оборудование:
персональный компьютер, ноутбук, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ТЕМА № 6

ПРОФИЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ

*Задания, выполняемые до начала
первого лабораторного занятия по теме № 5*

1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 4: предварительное (до начала первого лабораторного занятия по теме) самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме № 4 в ходе чтения текста (параллельно с ним).

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

1. Дайте определение термину «профилирование».
 2. Что такое профайлеры и для чего они предназначены?
 3. Дайте определение терминов hotspot и bottleneck.
 4. Какие виды программной оптимизации вы знаете?
 5. Чем занимается алгоритмическая оптимизация?
 6. Какие приемы входят в состав высокоуровневой оптимизации?
 7. За что отвечает низкоуровневая оптимизация?
 8. Кем выполняется алгоритмическая оптимизация?
 9. Кто/что обычно выполняет высокоуровневую и низкоуровневую оптимизацию?
 10. В чем ключевое отличие низкоуровневой и микроархитектурной оптимизации?
- 1.6 Возьмите с собой на лабораторное занятие свой **опорный конспект** по теме № 6.

II. АУДИТОРНАЯ ЧАСТЬ

Лабораторное занятие № 3

«Измерение пропускной способности памяти видеокарт с поддержкой технологии CUDA»

Цель лабораторного занятия – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 6.

Планируемые результаты обучения:

Знать:	Уметь:	Иметь опыт деятельности:
требования проектирования программного обеспечения	осуществлять проектирование программного обеспечения	в области проектирования программного обеспечения.

Необходимое материально–техническое оборудование:
персональный компьютер, ноутбук, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

ПЛАН ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТИЯ № 3

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 6 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 6.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.
5. Текущий контроль успеваемости по теме № 6.

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 6 (входной контроль знаний)

1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 6

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

1.2 Тестирование по теме № 6

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 6:

1. Что такое профилирование программы?
2. Какие программные решения для профилирования программ вы знаете?
3. Возможна ли реализация профилирования разрабатываемого программного обеспечения без использования сторонних программ?
4. Что такое узкие места программы?
5. Что из перечисленного ниже не относится к уровням оптимизации программ?
 - а) высокоуровневая оптимизация
 - б) среднеуровневая оптимизация
 - в) низкоуровневая оптимизация
 - г) алгоритмическая оптимизация
 - д) микроархитектурная оптимизация
6. Какое влияние оказывают современные компиляторы на качество ассемблерного кода?

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 5 станциях.

Учебная группа делится на 5 малых групп, в каждой группе – 3-5 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2-4 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 5 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.

Время работы группы на одной станции – 15 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 4, изученному дома самостоятельно)

Введение в оптимизацию программных средств.

Алгоритмическая оптимизация.

Высокоуровневая оптимизация.

Низкоуровневая (микроархитектурная) оптимизация.

Практическое задание для станции № 2 (общее)

Измерение времени выполнения заданного фрагмента кода с использованием инструкции RDTSC.

Практическое задание для станции № 3 (общее)

Изучение функционала программ-профайлеров.

Практическое задание для станции № 4 (общее)

Прокомментируйте содержание основных принципов оптимизации программных средств.

Практические задания для станции № 5 (индивидуальные)

Произведите оптимизацию заданной программной реализации (в соответствии с индивидуальным вариантом) с использованием принципов алгоритмической, высокоуровневой и низкоуровневой (микроархитектурной) оптимизации.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

5. Текущий контроль успеваемости по теме № 6

Текущий контроль успеваемости проводится в форме решения кейс-задачи.

Исходная информация:

Задана программа на языке высокого уровня. Произвести идентификацию узких мест и ее оптимизацию с последующей подготовкой к распараллеливанию.

1. Сайты предприятий.

2. Информационный портал – Управление производством.

Содержание и порядок выполнения задания:

1. Изучить исходные положения, раскрывающие особенности процесса профилирования, оптимизации и распараллеливания.

2. Сформировать факторы, влияющие на сроки выполнения указанных выше действий.

3. Выполнить профилирование программы и идентификацию узких мест.

4. Выполнить оптимизацию программы.

5. Определить возможные типы параллелизма, под которые подходит оптимизируемый фрагмент программы.

6. Произвести распараллеливание критических участков кода программы.

7. Оценить эффективность от выполненных процедур оптимизации и распараллеливания.

Содержание отчета.

Отчет должен представлять собой документ MS Word и содержать:

- название, цель и ход выполнения работы;
- используемую информацию для проведения исследования;
- сформированный перечень факторов, влияющих на сроки выполнения профилирования, оптимизации и распараллеливания;
- результаты выполнения рассмотренных выше процедур;
- выводы по результатам исследования и его актуальности.

Шкала и критерии оценивания приведены в оценочных средствах по дисциплине «Параллельное программирование» для данной ОПОП ВО, которые размещены на официальном сайте университета по ссылке <https://swsu.ru/sveden/education/eduop/>.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арыков, С. Б. Параллельное программирование над общей памятью: OpenMP : учебное пособие / С. Б. Арыков, М. А. Городничев, Г. А. Щукин. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 95 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576119> (дата обращения: 05.10.2022). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

2. Каропова, Е. Д. Основы многопоточного и параллельного программирования : учебное пособие / Е. Д. Каропова. - Красноярск : СФУ, 2016. - 355 с. – URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497217> (дата обращения 05.10.2022) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

3. Назаров, М. В. Введение в программирование больших вычисли-тельных задач на современном Фортране с использованием компиляторов Intel : учебное пособие / М. В. Назаров, И. Л. Артемов. – 2-е изд., испр. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 260 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428932> (дата обращения: 05.10.2022). – Режим доступа : по подписке. – Текст : электронный.

4. Антонов, А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: курс : учебное пособие / А. С. Антонов. – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2008. – 71 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233577> (дата обращения: 05.10.2022). – Режим доступа : по подписке. -Текст : электронный.

5. Арыков, С. Б. Параллельное программирование над общей памятью: POSIX Thread : учебное пособие / С. Б. Арыков, М. А. Городничев, Г. А. Щукин. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 87 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576621> (дата обращения: 05.10.2022). – Режим доступа : по подписке . – Текст : электронный.