

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 14

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

М.Б. Сергеев

(инициалы, фамилия)

«25» мая 2023г

(подпись)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Параллельные и распределенные вычисления»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Информатика и вычислительная техника
Наименование направленности	Программирование, анализ данных и цифровая трансформация систем
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

В.Л. Оленев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 14

«25» мая 2023г, протокол №10

Заведующий кафедрой № 14

доц., к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

В.Л. Оленев

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 09.03.01(07)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



А.В. Шахомиров

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Параллельные и распределенные вычисления» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности «Программирование, аналитика данных и цифровая трансформация систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№14».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен разрабатывать компоненты системных программных продуктов»

ПК-4 «Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами организации и программирования параллельных вычислений на вычислительных средствах разного класса – от многоядерных процессоров, кластерных вычислительных систем, встроенных мультимикропроцессорных ВС до распределенных мультимикропроцессорных вычислительных комплексов, методов их применения в информационных и управляющих системах.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины «Параллельные и распределенные вычисления» является обучение студентов принципам организации и программирования параллельных вычислений на вычислительных средствах разного класса – от многоядерных процессоров, кластерных вычислительных систем, встроенных мультимикропроцессорных ВС до распределенных мультимикропроцессорных вычислительных комплексов, методов их применения в информационных и управляющих системах.

Изучение настоящей дисциплины необходимо для эффективной работы специалиста на всех этапах жизненного цикла систем обработки информации и управления в современных технических системах.

Дисциплина «Параллельные и распределенные вычисления» переназначена для получения студентами необходимых и навыков в области эффективного применения перспективных средств вычислительной техники, которые все становятся параллельными и распределенными вычислительными платформами.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен разрабатывать компоненты системных программных продуктов	ПК-3.3.1 знать стандарты реализации интерфейсов подключаемых устройств, технологии разработки и отладки системных продуктов, конструкции распределенного и параллельного программирования, принципы организации и схемы работы операционных систем, принципы построения сетевого взаимодействия ПК-3.У.1 уметь применять языки программирования низкого и высокого уровня, осуществлять отладку программных продуктов для целевой операционной системы, работать с документацией ПК-3.В.1 владеть навыками написания исходного кода программных продуктов для целевых операционных систем, владеть технологиями разработки и отладки системных продуктов, навыками распределенного и параллельного программирования
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение	ПК-4.3.1 знать методологии разработки программного обеспечения и технологии программирования, методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных и программных интерфейсов

		ПК-4.У.1 уметь проводить анализ требований, применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов ПК-4.В.1 владеть методами и средствами разработки программного обеспечения и технологией программирования, методами и средствами проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных и программных интерфейсов
--	--	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Программирование на языках высокого уровня (язык Си)
- Операционные системы
- Системное программирование

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- Выпускная квалификационная работа

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам	
		№6	№7
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	2/ 72	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	34	34
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)			
экзамен, (час)	36		36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	76	38	38
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет, Экз.	Зачет	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Элементы теории вычислительных процессов.	5				10
Раздел 2 Программирование параллельных систем с обменом сообщениями с использованием MPI	6		9		14
Раздел 3. Программирование параллельных систем с общей памятью с использованием OpenMP	6		8		14
Итого в семестре:	17		17		38
Семестр 7					
Раздел 4. Типовые проблемы и методы решения при организации параллельных программных систем	17		17		38
Итого в семестре:	17		17		38
Итого:	34	0	34	0	76

### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	Элементы теории вычислительных процессов. Формальная модель процесса. Основные понятия и свойства процесса. Система процессов. Взаимодействие процессов.
<b>2</b>	MPI. Определение общего числа параллельных процессов в группе. Определение номера процесса в группе. MPI: Прием/передача сообщений между отдельными процессами. Одновременная передача и прием сообщения между отдельными процессами. Синхронизация процессов.
<b>3</b>	OpenMP. Применение директив OpenMP: for, sections, single. Объединение директив parallel и for (sections). Применение директив синхронизации.
<b>4</b>	Предотвращение тупиков в параллельных программных системах. Синхронизация логического времени в параллельных программных системах.

### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6			
1	MPI. Распределенные вычисления над структурными данными	4	2
2	Функции MPI для обработки пересылки данных между распределенными процессами	4	2
3	MPI. Параллельная сортировка данных в распределенных комплексах	4	2
4	OpenMP. Параллельные итерационные вычисления в параллельных системах с общей памятью. Распараллеливание операций обработки векторов векторами.	5	3
Семестр 7			
5	OpenMP. Распараллеливание вычислений в параллельных системах с общей памятью.	17	3
Всего:		34	

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час	Семестр 7, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	15	15
Курсовое проектирование (КП, КР)			
Расчетно-графические задания (РГЗ)			
Выполнение реферата (Р)			
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	30	15	15
Домашнее задание (ДЗ)			
Контрольные работы заочников (КРЗ)			
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	16	8	8
Всего:	76	38	38

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004.4 / Л 36	Левин, М. П.. Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие/ М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 120 с.	10
004.4(075) Р 58	Робачевский, А.. Операционная система UNIX: учебное пособие/ А. Робачевский, С. Немногин, О. Стесик. - 2-е изд.. - СПб.: БХВ - Петербург, 2008. - 635 с.: рис.. - Предм. указ.: с. 619 - 635. - На с. 599 - 618: Глоссарий. - ISBN 978-5-94157-538-1: 199.00 р.	27
004.451(075) Г68	Гордеев, А. В. Операционные системы: учебник/ А. В. Гордеев. - 2-е изд.. - СПб.: ПИТЕР, 2006. - 415 с.: рис. - (Учебник для вузов).	37
004.451 Д 27	Дейтел Х. М., П. Дейтел Дж., Чофнес Д. Р. Операционные системы. Основы и принципы. -3-е изд.. -М.: Бином, 2006.- 1024 с.	10
004.4 К66	Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: Построение и анализ. М.: МЦНМО, 2001, 960 с.	3
004 Т18	Таненбаум, Э. Распределенные системы: принципы и парадигмы. Пер. с англ. В. Горбунков. - СПб. : ПИТЕР, 2004. - 876 с.	12
681.3 Т18	Таненбаум Э. Современные операционные системы -2-е изд. -СПб. и др.: Питер, 2005.-1038 с.	2
004.4 В 63	Воеводин, В. В. Параллельные вычисления : учебное пособие для вузов / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. - СПб. : БХВ - Петербург, 2002. - XII, 608 с.	1
	Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления. М.: Мир, 1999, 548 с.	
	MPI: A Message-Passing Interface Standard. Version 3.1. Message Passing Interface Forum. June 4, 2015 <a href="http://www.mpi-forum.org/docs/mpi-3.1/mpi31-report.pdf">http://www.mpi-forum.org/docs/mpi-3.1/mpi31-report.pdf</a>	
	OpenMP Application Program Interface. Version 3.0 May 2008. <a href="http://www.openmp.org/mp-documents/spec30.pdf">http://www.openmp.org/mp-documents/spec30.pdf</a>	
	Maurice Herlihy, Nir Shavit. The Art of Multiprocessor Programming. Morgan Kaufmann Publishers, 2008. 529 p. <a href="http://coolfire.insomnia247.nl/c&amp;mt/Herlihy,%20Shavit%20-%20The%20art%20of%20multiprocessor%20programming.pdf">http://coolfire.insomnia247.nl/c&amp;mt/Herlihy,%20Shavit%20-%20The%20art%20of%20multiprocessor%20programming.pdf</a>	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://parallel.ru/	Лаборатория Параллельных информационных технологий Научно-исследовательского вычислительного центра Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийный учебный класс для практических занятий	
2	Специализированная лаборатория «Программных систем»	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.
Зачет	Список вопросов;

Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	Проблема тупиков в параллельных программных системах. Виды тупиков. Методы борьбы с тупиками в параллельных программных системах.
2	Централизованный метод обнаружения тупиков в параллельных программных системах
3	Децентрализованный метод обнаружения тупиков в распределенных

	программных системах
4	Предотвращение тупиков в параллельных программных системах
5	Распределение процессов по процессорам. Критерии и подходы. Распределение статической системы процессов.
6	Распределение процессов по процессорам. Стохастические алгоритмы.
7	Модель мультипоточковых вычислений Блума-Лейзерсона.
8	Планирование мультипоточковых вычислений. «Жадный планировщик»
9	Планирование мультипоточковых вычислений. Планировщик «Занятые листья»
10	Планирование мультипоточковых вычислений. Планировщик «Похититель работ»

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
1	Вычислительные процессы. Формальная модель. Свойства процесса.
2	Система процессов. Независимые процессы. Взаимодействие процессов.
3	Показатели параллельных ВС и вычислений
4	MPI: Стандарт MPI. Общие понятия. Области связи и коммутаторы.
5	Общие процедуры MPI: Инициализация, Завершение.
6	Общие процедуры MPI: Определение общего числа параллельных процессов в группе. Определение номера процесса в группе.
7	MPI: Прием/передача сообщений между отдельными процессами.
8	MPI: Групповые (коллективные) взаимодействия. Рассылка целого сообщения процессам. Сборка данных от процессов.
9	MPI: Групповые (коллективные) взаимодействия: Рассылка частей сообщения процессам. Сборка частей сообщения с процессов.
10	MPI: Функции поддержки распределенных операций: Выполнение глобальных операций с возвратом результатов в главный процесс. Выполнение глобальных операций с возвратом результатов во все процессы.
11	MPI: Синхронизация процессов
12	MPI: Виртуализация топологии.
13	OpenMP: Общие понятия. Область применения.
14	Директивы OpenMP: Директивы для определения параллельной области.
15	OpenMP: Директивы для распределения вычислений внутри параллельной области: Директива for.
16	OpenMP: Директивы для распределения вычислений внутри параллельной области: Директива sections. Директива single.
17	OpenMP: Директивы для распределения вычислений внутри параллельной области: Объединение директив parallel и for (sections).

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1	Определение общего числа параллельных процессов в группе.
2	Определение номера процесса в группе. MPI
3	Прием/передача сообщений между отдельными процессами.
4	Одновременная передача и прием сообщения между отдельными процессами.
5	Синхронизация процессов.
6	Программирование с директивой for
7	Программирование с директивой sections
8	Программирование с директивой single.
9	Объединение директив parallel и for (sections).
10	Применение директив синхронизации.
11	Предотвращение тупиков в централизованных параллельных программных системах.
12	Предотвращение тупиков в распределенных параллельных программных системах.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;

– получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;

– научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

– получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

– закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;

– развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

– овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;

– выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;

– обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

– познавательная;

– развивающая

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям, практические задания по данному курсу относятся к аналитическим, ставящим своей целью получение новой информации на основе формализованных методов.

Формы организации практических занятий - выполнение упражнений, решение типовых задач по применению изучаемых методов построения и программирования параллельных программных систем.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

– приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;

– закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;

– получение новой информации по изучаемой дисциплине;

– приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

### **Задание и требования к проведению лабораторных работ**

#### *Требования к выполнению лабораторных работ*

Процессы: вне зависимости от количества процессов в задании программа должна работать корректно на любом числе процессов. Под термином «корректно» подразумевается:

- Выдавать одинаковый результат в задачах, где от числа процессов не зависит математический результат вычислений (первая, часть заданий второй и третья лабораторные работы).
- Выдавать различные, но правильные результаты в задачах, где математический результат зависит от числа процессов (например – часть задач 2 лабораторной работы).

Вычисления: использование распределенных вычислений должно распределять нагрузку и сокращать время выполнения задачи, а не увеличивать время и количество вычислений относительно однозадачного выполнения. Например:

- Если вектор должен быть передан от одного процесса другим процессам, то этот вектор нужно создавать только в том процессе, который будет рассылать данные, а не во всех.

Коммуникации: так как вычислители (процессы, процессоры или вычислительные машины, которые реализуют вычисления) заведомо быстрее, чем коммуникации, следовательно, передача данных между процессорами должна быть минимально необходимой. Например:

- Если при сортировке матрицы отдельные процессы должны сортировать отдельные столбцы (строки), то не следует передавать процессам всю матрицу. Передавать следует непосредственно строки, которые будут отсортированы.
- Особенно не стоит использовать метод `Alltoall` для транспонирования матриц.

### **Задания для лабораторных работ**

Лабораторная работа №1. Распределенные вычисления над структурными данными.

Задание: Переслать вектор, размерности  $M$ ,  $N$  процессам, используя различные виды связи между процессами. Элементы вектора задаются произвольно. Элементы вектора пересылаемого и принятого вектора, а также время выполнения должны быть выведены на экран.

Лабораторная работа №2. Функции MPI для обработки пересылки данных между распределенными процессами.

Задание: Сгенерировать в каждом из  $N$  процессов вектор чисел. Размерность вектора –  $M$ . Произвести поэлементную обработку всех векторов и поместить результирующий вектор в каком-либо процессе. В работе использовать средства MPI для организации распределенных вычислений.

Лабораторная работа №3. Параллельная сортировка данных в распределенных комплексах.

Задание: Произвести сортировку элементов в столбцах (или строках) матрицы размерности  $N \times M$ , с использованием распределения вычислений между процессами средствами MPI.

Замечание: Программа должна работать корректно на любом количестве процессов. Матрица при этом не должна менять свои размеры.

Лабораторная работа №4. Параллельные итерационные вычисления в параллельных системах с общей памятью. Распараллеливание операций обработки векторов векторами.

Реализовать и распараллелить с помощью технологии OpenMP различные операции над векторами размерности  $N$ .

Лабораторная работа №5. Распараллеливание вычислений в параллельных системах с общей памятью.

Реализовать и распараллелить с помощью OpenMP алгоритмы типовых задач обработки информации (задачи определяются вариантом задания).

Варианты индивидуальных заданий на лабораторные работы выдает преподаватель.

#### **Структура и форма отчета о лабораторной работе** Содержание отчета

- Задание.
- Текст программы.
- Результат работы программы.
- Выводы

#### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

Отчет о лабораторной работе оформляется в соответствии с требованиями оформления отчетов о НИР, курсовых и дипломных проектов следует пользоваться ГОСТ 7.32-2001 издания 2008 года ([http://guap.ru/guap/standart/ob1\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/ob1_main.shtml) )

Отчет оформляется в электронном и бумажном виде.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются учебно-методический материал по дисциплине.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».



Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой