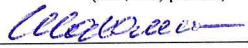


2020

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  
 \_\_\_\_\_  
 доц., к.т.н., доц.  
 (должность, уч. степень, звание)  
 А.В. Шагомиров  
 \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)  
  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 «28» февраля 2022г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы с параллельной обработкой информации»  
(Наименование дисциплины)


Код направления подготовки/ специальности	09.05.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения
Наименование направленности	Автоматизированные системы обработки информации и управления
Форма обучения	Очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)  
 ст. преподаватель \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание)  \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата) А.Ю. Сыщиков  
 \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 14  
«28» февраля 2022г, протокол №8

Заведующий кафедрой № 14  
 к.т.н., доц. \_\_\_\_\_  
 (уч. степень, звание)  \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата) В.Л. Оленев  
 \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 09.05.01(02)  
 доц., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание)  \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата) А.В. Шагомиров  
 \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе  
 ст. преп. \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание)  \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата) В.Е. Таратун  
 \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Системы с параллельной обработкой информации» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности «09.05.01 «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения» направленность «Автоматизированные системы обработки информации и управления». Дисциплина реализуется кафедрой №14.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

профессиональных компетенций:

ПК-22 «способность использовать специальную литературу и научно-техническую информацию, отражающую достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области автоматизации».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципам организации и программирования параллельных вычислений на вычислительных средствах разного класса – от многоядерных процессоров, кластерных вычислительных систем, встроенных мультипроцессорных ВС до распределенных мультипроцессорных 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 дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины "Системы с параллельной обработкой информации" является обучение студентов принципам организации и программирования параллельных вычислений на вычислительных средствах разного класса – от многоядерных процессоров, кластерных вычислительных систем, встроенных мультипроцессорных ВС до распределенных мультипроцессорных 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 "Системы с параллельной обработкой информации" переназначена для получения студентами необходимых и навыков в области эффективного применения перспективных средств вычислительной техники, которые все становятся параллельными вычислительными платформами, в том числе для встроенных систем различного назначения и аэрокосмических бортовых комплексов.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ПК-22 «способность использовать специальную литературу и научно-техническую информацию, отражающую достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области автоматизации»:

Знать

- основы теории и методов организации параллельных программных комплексов для обработки информации и управления.
- целостное представление об архитектуре параллельных вычислительных систем и комплексов, необходимое для построения и эксплуатации прикладных программных систем с параллельной обработкой информации
- современные языки и методы параллельного программирования

Уметь

- применять методов организации параллельных программных комплексов для программирования задач обработки информации и управления
- соотносить методы и алгоритмы решения задач с архитектурой параллельных вычислительных систем и комплексов
- применять языки и методы параллельного программирования для эффективного решения задач на отечественных и зарубежных вычислительных платформах

Владеть навыками

- практическими навыками программирования параллельных программных комплексов с использованием обмена сообщений, с работой над общей памятью и типовых программных интерфейсов их реализации
- программирования параллельных вычислительных платформ
- использования достижений отечественной и зарубежной науки и технологии программирования для решения практических задач в интересах российской промышленности;

Иметь опыт деятельности

- программирования прикладных задач на параллельных программных комплексах
- программирования прикладных задач на параллельных вычислительных структурах
- по изучению новых достижений отечественной и зарубежной науки, техники и технологии

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Программирование на языках высокого уровня
- Операционные системы
- Системное программирование

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

Дипломное проектирование

## 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Аудиторные занятия, всего час.,</b>	68	68
<b>В том числе</b>		
лекции (Л), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	40	40
<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен ( <b>Зачет, Дифф. зач, Экз.</b> )	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

## 4. Содержание дисциплины

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

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					

Раздел 1. Параллельные вычислительные процессы и архитектуры	10				6
Раздел 2 Программирование параллельных систем с обменом сообщениями с использованием MPI	6		20		8
Раздел 3. Программирование параллельных систем с общей памятью с использованием OpenMP	6		14		10
Раздел 4. Типовые проблемы и методы решения при организации параллельных программных систем	6				10
Раздел 5. Методы планирования и распределения параллельных процессов	6				12
Итого в семестре:	34		34		40
Итого:	34	0	34	0	40

### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1.</b>	<p>Тема 1. Формальная модель процесса. Основные понятия и свойства процесса. Система процессов. Взаимодействие процессов. Отображение процессов на структуру ЭВМ. Процессы в среде мультипрограммных ОС. Программно и аппаратно реализованные процессы в структуре ЭВМ и вычислительных комплексов. Обмен сообщениями, синхронный обмен и асинхронный сообщениями. Рандеву. Удаленный прямой доступ в память (RDMA). Процессы и потоки в POSIX. Параллельные вычисления с управлением потоком данных (data-flow). Поточковые (streaming) вычисления.</p> <p>Тема 2. Классы параллельных ВС. Структуры параллельных ВС с общим адресным пространством, SMP- и DSM-архитектуры, мультядерные микропроцессоры. Структуры параллельных ВС с обменом сообщениями, кластерные ВС, распределенные ВК. Показатели мультипроцессорных ВС и параллельных программных систем. Производительность, параллельное ускорение, эффективность, масштабируемость. Закон Амдала. Тезис Густавсона.</p>
<b>2.</b>	<p>Спецификация MPI. Общие понятия. Область применения. MPI: Механизм запуска и выполнения программ. Области связи и коммутаторы. Общие процедуры MPI: Инициализация, Завершение.</p>

3.	Спецификация OpenMP: Общие понятия. Область применения. Директивы OpenMP. Директивы для определения параллельной области. Директивы для распределения вычислений внутри параллельной области:
4.	Проблема тупиков. Виды тупиков. Методы борьбы с тупиками в параллельных программных системах. Централизованный метод обнаружения тупиков. Децентрализованный метод обнаружения тупиков. Предотвращение тупиков в параллельных программных системах. Синхронизация логического времени в параллельных программных системах. Синхронизация физического времени.
5.	Распределение статических и динамических систем процессов по процессорам параллельных ВС. Стохастические методы. Модель мультипоточковых вычислений Блума-Лейзерсона. Планирование мультипоточковых вычислений. «Жадный планировщик». Планировщик «Занятые листья» Планировщик «Похититель работ».

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – 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 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8			
1	Распределенные вычисления над структурными данными	6	2
2	Функции MPI для обработки пересылки данных между распределенными процессами	7	2
3	Параллельная сортировка данных в распределенных комплексах	7	2
4	Параллельные итерационные вычисления в	7	3

	параллельных системах с общей памятью. Распараллеливание операций обработки векторов векторами.		
5	Распараллеливание вычислений в параллельных системах с общей памятью.	7	3
Всего:		34	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	40	40
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	36	36
Подготовка к текущему контролю (ТК)	4	4

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

#### 6. Перечень основной и дополнительной литературы

##### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	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. Немнюгин, О. Стесик. - 2-е изд..	27

	- 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.	
(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

## 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004.4 К66	Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: Построение и анализ. М.: МЦНМО, 2001, 960 с.	3
681.3 Т 18	Таненбаум, Эндрю. Архитектура компьютера. - 4-е изд. - М. и др. : Питер, 2005. - 698 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>	
	Charles E. Leiserson, Harald Prokop. A Minicourse on Multithreaded Programming. MIT Laboratory for Computer Science, 1998	

	<a href="https://www.researchgate.net/publication/2817427_A_Minicourse_on_Multithreaded_Programming">https://www.researchgate.net/publication/2817427_A_Minicourse_on_Multithreaded_Programming</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 ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

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

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Операционная система Windows
2	Microsoft Visual Studio
3	Программный пакет Microsoft MPI ( <a href="https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/bb524831(v=vs.85).aspx">https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/bb524831(v=vs.85).aspx</a> )
4	Intel C++ Compiler

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
-------	---	-------------------------------------

1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Программных систем»	

### 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Дифференцированный зачет	Список вопросов; Задачи.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ПК-22 «способность использовать специальную литературу и научно-техническую информацию, отражающую достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области автоматизации»	
1	Информатика
3	Электроника, электротехника и схемотехника. Электротехника
4	Инженерная и компьютерная графика
4	Электроника, электротехника и схемотехника. Электроника
4	Теория автоматов
5	Теория принятия решений
5	Электроника, электротехника, схемотехника. Схемотехника
5	Учебно-исследовательская работа студента
5	Основы теории управления
5	Цифровая обработка сигналов
5	Архитектура вычислительных систем
5	Инженерная и компьютерная графика
6	Микропроцессорные системы
6	Системное программирование
6	Моделирование и проектирование систем
6	ЭВМ и периферийные устройства
6	Сетевые технологии
6	Электроника, электротехника, схемотехника. Схемотехника
7	Интерфейсы автоматизированных систем обработки информации и управления
7	Сигнальные процессоры
7	Системное программирование

7	Компиляторы
7	Теоретические основы автоматизированного управления
7	Информационные технологии
7	Теория систем передачи информации
7	Микропроцессорные системы
8	Надежность автоматизированных систем
8	Системы искусственного интеллекта
8	Методы передачи дискретных сообщений
8	Системы с параллельной обработкой информации
8	Математический пакет MATLAB
8	Производственная практика (научно-исследовательская работа)
9	Основы мультимедиа технологий
9	Экспертные системы
9	Параллельные и распределенные вычисления
9	Автоматизированные системы специального назначения
9	Системы реального времени
10	Производственная преддипломная практика

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно-рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100-балльная и 4-балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«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.
$70 \leq K \leq 84$	«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.
$55 \leq K \leq 69$	«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.
$K \leq 54$	«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.

#### 10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

##### 1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

##### 2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – 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	Классы параллельных ВС
5	Синхронная и асинхронная организация обмена сообщениями. RDMA.
6	MPI: Стандарт MPI. Общие понятия. Области связи и коммутаторы.
7	Общие процедуры MPI: Инициализация, Завершение.
8	Общие процедуры MPI: Определение общего числа параллельных процессов в группе. Определение номера процесса в группе.
9	MPI: Прием/передача сообщений между отдельными процессами.
10	MPI: Групповые (коллективные) взаимодействия. Рассылка целого сообщения процессам. Сборка данных от процессов.
11	MPI: Групповые (коллективные) взаимодействия: Рассылка частей сообщения процессам. Сборка частей сообщения с процессов.
12	MPI: Функции поддержки распределенных операций: Выполнение глобальных операций с возвратом результатов в главный процесс. Выполнение глобальных

	операций с возвратом результатов во все процессы.
13	MPI: Синхронизация процессов.
14	MPI: Виртуализация топологии.
15	Программирование МВС с общей памятью. Процессы и потоки в POSIX
16	OpenMP: Общие понятия. Область применения.
17	Директивы OpenMP: Директивы для определения параллельной области.
18	OpenMP: Директивы для распределения вычислений внутри параллельной области: Директива for.
19	OpenMP: Директивы для распределения вычислений внутри параллельной области: Директива sections. Директива single.
20	OpenMP: Директивы для распределения вычислений внутри параллельной области: Объединение директив parallel и for (sections).
21	Проблема тупиков в параллельных программных системах. Виды тупиков. Методы борьбы с тупиками в параллельных программных системах.
22	Централизованный метод обнаружения тупиков в параллельных программных системах
23	Децентрализованный метод обнаружения тупиков в параллельных программных системах
24	Предотвращение тупиков в параллельных программных системах
25	Синхронизация логического времени в параллельных программных системах
26	Синхронизация физического времени в параллельных программных системах
27	Распределение процессов по процессорам. Критерии и подходы. Распределение статической системы процессов.
28	Распределение процессов по процессорам. Централизованный метод “Up-Down”
29	Распределение процессов по процессорам. Иерархический алгоритм.
30	Распределение процессов по процессорам. Стохастические алгоритмы.
31	Формальные модели параллельных вычислений.
32	Модель мультипоточковых вычислений Блума-Лейзерсона.
33	Планирование мультипоточковых вычислений. «Жадный планировщик»
34	Планирование мультипоточковых вычислений. Планировщик «Занятые листья»

35	Планирование мультипоточковых вычислений. Планировщик «Похититель работ»
----	--

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Учебным планом не предусмотрено

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
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.
13	Синхронизация логического времени в параллельных программных системах

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 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 по методам программирования и применения систем с параллельной обработкой информации, 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 сопровождается демонстрацией слайдов.

#### Структура предоставления лекционного материала:

В соответствии с разделом 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

### Методические указания для обучающихся по прохождению 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 у обучающегося:

- приобретение навыков программирования параллельных процессов, с применением методов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы по проектированию и программированию программ с параллельной обработкой информации.

### **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.

### 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.

### Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

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

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

### 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