

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

Кафедра № 41

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н. _____

(должность, уч. степень, звание)

Е.Л. Турецкая _____

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«27» июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы с параллельными вычислениями»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности	Прикладная информатика в информационной сфере
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Старший преподаватель _____

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Н.Н. Григорьева _____

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 41

«18» июня 2024 г, протокол № 11-2023/24



Заведующий кафедрой № 41

д.т.н., проф. _____

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Г.А. Коржавин _____

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе _____

доц., к.т.н. _____

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

А.А. Фоменкова _____

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Системы с параллельными вычислениями» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Прикладная информатика в информационной сфере». Дисциплина реализуется кафедрой «№41».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-4 «Способность составлять и согласовывать технико-экономическое обоснование проектных решений и техническое задание на разработку (модификацию) и сопровождение ИС»

ПК-13 «способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением принципов организации вычислительных систем, предназначенных для оптимизации процесса обработки информации, особенностей построения аппаратной и программной части многопроцессорных и многомашинных вычислительных систем, классификации такого рода систем и показателей их эффективности.

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

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

В результате освоения дисциплины студент должен понимать принципы построения и функционирования аппаратно-программных комплексов, предназначенных для проведения параллельных вычислений, ориентироваться в принципах организации аппаратного и программного обеспечения параллельных систем, владеть теоретическими знаниями о особенностях построения и программирования параллельных систем.

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-4 Способность составлять и согласовывать технико-экономическое обоснование проектных решений и техническое задание на разработку (модификацию) и сопровождение ИС	ПК-4.3.1 знать правила составления, этапы согласования и утверждения требований к ИС с заинтересованными лицами в рамках выполнения работ по созданию (модификации) и сопровождения ИС
Профессиональные компетенции	ПК-13 способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	ПК-13.3.1 знать подходы и базовые методы решения научно-исследовательских задач в области информационных процессов и систем ПК-13.У.1 уметь осуществлять формализацию задач исследования информационных процессов и систем ПК-13.В.1 владеть навыками решения задач анализа информационных процессов и систем

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Элементная база вычислительных систем и сетей,
- Операционные системы,
- Машинное обучение,
- Вычислительные системы, сети и телекоммуникации.

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

- Моделирование систем распределения ресурсов,
- Мультимедиа технологии.

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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	93	93
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	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) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Принципы организации вычислительных систем параллельного действия	5	8			23
Раздел 2. Метрики параллельных систем; производительность систем с параллельными вычислениями (СПВ)	4	9			20
Раздел 3. Особенности организации программного обеспечения параллельных систем	5		12		30
Раздел 4. Разновидности вычислительных систем параллельного действия	3		5		20
Итого в семестре:	17	17	17		93
Итого	17	17	17	0	93

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

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
1	<p>Принципы организации вычислительных систем параллельного действия.</p> <p>Уровни параллелизма особенности архитектуры компьютеров параллельного действия, многопроцессорные и многомашинные системы.</p> <p>Модуль памяти и низкоуровневые примитивы синхронизации. Барьеры доступа к памяти. Атомарные read-modufy-write инструкции процессора. Условная синхронизация. Потокбезопасные структуры данных. Асинхронные вычисления. Пул потоков.</p> <p>Специфика организации сетевых соединений.</p> <p>Особенности организации памяти параллельных систем.</p>
2	<p>Метрики параллельных систем; производительность систем с параллельными вычислениями.</p> <p>Профиль параллелизма. Основные метрики, характеризующие скорость вычислений, эффективность использования дополнительных процессоров, и позволяющие сравнить объемы вычислений, выполняемых при параллельном и последовательном выполнении задачи.</p> <p>Общие параметрические закономерности параллельных вычислений. Законы Амдала и Густафсона. Закон Сана-Ная. Метрика Карпа-Флэгга</p>
3	<p>Особенности организации программного обеспечения параллельных систем.</p> <p>Современные технологии параллельного программирования. Типовые модели параллельного программирования и шаблоны.</p> <p>Основы параллельного программирования на системах с распределенной памятью на примере технологии MPI. Развитие стандарта MPI. Модель программирования SPMD.</p> <p>Коммуникатор. Запуск MPI–программ на кластере. Передача сообщений между парами процессоров (точка-точка). Блокирующие, неблокирующие и совмещенные функции обмена сообщениями. Коллективные взаимодействия процессов. Пользовательские функции и типы данных. Виртуальные топологии.</p>
4	<p>Разновидности вычислительных систем параллельного действия.</p> <p>Классификация компьютеров параллельного действия, мультипроцессорные системы: классификация Флинна, однопроцессорные системы, системы с векторными процессорами, мультипроцессорные системы с памятью общего использования, многомашинные системы с передачей сообщений, массивно-параллельные системы, кластеры и сети рабочих станций, ПО для управления многомашинными системами, коммерческие сети межсоединений.</p>

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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
-------	---------------------------	----------------------------	---------------------	---------------------------------------	----------------------

Семестр 7					
1	Понятие одновременности (concurrency), способы реализации одновременных систем	Практическая работа	4	4	1
2	Построение эффективной сети передачи данных для взаимодействия вычислительных устройств и памяти в СПВ	Практическая работа	4	4	1
3	Определение основных метрик параллельных систем	Практическая работа	4	4	2
4	Организация конвейерной обработки данных и анализ ее эффективности	Практическая работа	5	5	2
Всего			17	17	

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)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Исследование типовых моделей и шаблонов параллельного программирования	4	4	3
2	Параллельное программирование в системах с распределенной памятью на примере технологии MPI	4	4	3
3	Приемы и стратегии использования модели программирования MapReduce	4	4	3
4	Принципы организации интерактивного анализа больших данных. Обработка потоков данных.	5	5	4
Всего		17	17	

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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала	53	53

дисциплины (ТО)		
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	20	20
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	20	20
Всего:	93	93

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 О-66	Орлов, С.А. Организация ЭВМ и систем: учебник / Б.Я.Цилькер, С.А.Орлов. – СПб.: ПИТЕР, 2014. – 688 в.	80 (разные издания)
004 Ф-28	Фаулер, М. Шаблоны корпоративных приложений / М.Фаулер. – Вильямс, 2014 – 544 с.	5
004 Л-85	Лупин, С.А. Технологии параллельного программирования: учебное пособие / С.А.Лупин, М.А.Посыпкин. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. – 208 с.	10
004 Н-74	Новожилов, О.П. Архитектура ЭВМ и систем: учебное пособие / О.П.Новожилов. – М.: Юрайт, 2015. – 527 с.	50
https://urait.ru/bcode/535023	Новожилов, О.П. Архитектура ЭВМ и систем: учебное пособие / О.П.Новожилов. – М.: Юрайт, 2024. – 511 с.	
004 К-95	Кучин, Н.В. Основы организации мультипрограммных вычислительных систем: учебное пособие / Н.В.Кучин, А.В.Молчанов – СПб: изд-во ГУАП, 2017. – 103 с.	15
004 С-89	Суворова, Е.А. Архитектура параллельных	5

	вычислительных систем: учебно-методическое пособие / Е.А.Суворова, А.Ю.Виноградов. – СПб: Изд-во ГУАП, 2022 – 56 с.	
https://urait.ru/bcode/538878	Малявко А.А. Параллельное программирование на основе технологий openmp, cuda, mpi: учебное пособие / А.А.Малявко. – Москва: Юрайт, 2024 – 135 с.	
https://e.lanbook.com/book/240992	Стин, в.М. Распределенные системы / в.М.Стин, Э.Таненбаум. – Москва: ДМК Пресс, 2021, 584 с.	

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
https://lms.guap.ru/	Система дистанционного обучения ГУАП.
http://lib.guap.ru/	Электронные ресурсы ГУАП.
https://guap.ru/standart/doc	Нормативная документация для учебного процесса

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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Вычислительная лаборатория с компьютерами под управлением ОС Windows, объединенных в локальную сеть	

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.

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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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	Код индикатора
1.	Архитектуры компьютеров параллельного действия: основные задачи	ПК-4.3.1
2.	Многопроцессорные и многомашинные системы, принципы конструирования и функционирования	ПК-13.3.1
3.	Модель памяти и низкоуровневые примитивы синхронизации. Барьеры доступа к памяти	ПК-13.У.1
4.	Атомарные read-modify-write инструкции процессора. Условная синхронизация	ПК-13.В.1
5.	Потокобезопасные структуры данных	ПК-4.3.1
6.	Асинхронные вычисления	ПК-4.3.1
7.	Сети межсоединений	ПК-4.3.1
8.	Современные технологии параллельного программирования.	ПК-4.3.1
9.	Типовые модели параллельного программирования и шаблоны	ПК-13.3.1
10.	Производительность систем с параллельными вычислениями	ПК-13.У.1
11.	Связь между concurrency и параллелизмом.	ПК-13.У.1
12.	Показатели качества параллельного алгоритма	ПК-13.У.1
13.	Законы Амдала, Густафсона и Сана-Ная	ПК-13.У.1
14.	Метрика Карпа-Флэтта	ПК-13.У.1
15.	Основы параллельного программирования на системах с распределенной памятью на примере технологии MPI	ПК-13.В.1
16.	Развитие стандарта MPI. Модель программирования SPMD	ПК-13.В.1
17.	Коммуникатор. Запуск MPI-программ на кластере.	ПК-13.В.1
18.	Передача сообщений между парами процессов (точка-точка). Блокирующие, неблокирующие и совмещенные функции обмена сообщениями	ПК-4.3.1
19.	Модели программирования MapReduce	ПК-13.В.1
20.	Коллективные взаимодействия процессов	ПК-4.3.1
21.	Пользовательские функции и типы данных. Виртуальные топологии	ПК-4.3.1
22.	Классификация компьютеров параллельного действия	ПК-4.3.1
23.	Мультипроцессорные системы: классификация Флинна	ПК-4.3.1
24.	Однопроцессорные системы, системы с векторными процессорами	ПК-4.3.1
25.	Организация конвейерных вычислений	ПК-13.В.1
26.	Мультипроцессорные системы с памятью общего использования	ПК-4.3.1
27.	Многомашинные системы с передачей сообщений	ПК-4.3.1
28.	Массивно-параллельные системы, кластеры и сети рабочих станций	ПК-4.3.1
29.	ПО для управления многомашинными системами	ПК-4.3.1
30.	Принципы организации интерактивного анализа больших данных	ПК-13.В.1

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 / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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	Код индикатора
1.	Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. В соответствии с классификацией параллельных вычислительных систем (ВС) по Флинну, существует четыре вида архитектур таких систем. Выберите название архитектуры, которая предполагает обработку множественного потока данных одиночным потоком команд: 1 – SISD 2 – MISD 3 – SIMD 4 – MIMD	ПК-4.3.1
2.	Прочитайте текст и выберите один правильный ответ. Укажите корректное определение понятия профиля параллелизма системы 1 – графическое представление значения ускорения в зависимости от числа процессоров, выполняющих программу 2 – графическое представление числа процессоров, выполняющих программу, в зависимости от времени 3 – отношение объема параллельных вычислений к объему эквивалентных последовательных вычислений 4 – средняя скорость параллельных вычислений в зависимости от числа процессоров, выполняющих программу	ПК-13.3.1
3.	Прочитайте текст и выберите правильные ответы. В многопроцессорных системах приходится решать проблему организации памяти. Определите, какими способами может быть организована память в таких системах: 1 – системы с разделяемой памятью 2 – системы с временной памятью 3 – системы с интегрированной памятью 4 – системы с распределенной памятью	ПК-13.У.1
4.	Прочитайте текст и выберите правильные ответы. Определите, какие метрики параллельных вычислений характеризуют скорость вычислений: 1 – сжатие	ПК-4.3.1

	2 – индекс параллелизма 3 – эффективность 4 - ускорение																					
5.	<p>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами. В зависимости от методов и средств реализации параллелизма выделяются различные уровни параллелизма. Соотнесите уровни параллелизма со средствами реализации:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Методы и средства реализации</th> <th colspan="2">Уровень параллелизма</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Одновременное выполнение независимых заданий на многопроцессорных и многомашинных ВС</td> <td>А</td> <td>Микроуровень</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Конвейеризация выполнения команд на одном процессоре</td> <td>Б</td> <td>Уровень заданий</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Параллельное выполнение нескольких команд на нескольких конвейерах в суперскалярных процессорах</td> <td>В</td> <td>Уровень потоков</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Выполнение частей задачи параллельно на параллельных ВС</td> <td>Г</td> <td>Уровень команд</td> </tr> </tbody> </table>	Методы и средства реализации		Уровень параллелизма		1	Одновременное выполнение независимых заданий на многопроцессорных и многомашинных ВС	А	Микроуровень	2	Конвейеризация выполнения команд на одном процессоре	Б	Уровень заданий	3	Параллельное выполнение нескольких команд на нескольких конвейерах в суперскалярных процессорах	В	Уровень потоков	4	Выполнение частей задачи параллельно на параллельных ВС	Г	Уровень команд	ПК-4.3.1
Методы и средства реализации		Уровень параллелизма																				
1	Одновременное выполнение независимых заданий на многопроцессорных и многомашинных ВС	А	Микроуровень																			
2	Конвейеризация выполнения команд на одном процессоре	Б	Уровень заданий																			
3	Параллельное выполнение нескольких команд на нескольких конвейерах в суперскалярных процессорах	В	Уровень потоков																			
4	Выполнение частей задачи параллельно на параллельных ВС	Г	Уровень команд																			
6.	<p>Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами. При определении реального ускорения, на которой можно рассчитывать при организации параллельных вычислений, используются различные подходы в зависимости от того, как будут использоваться вычислительные ресурсы. Соотнесите название метрики и характер использования ресурсов:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Характер использования ресурсов</th> <th colspan="2">Название метрики</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Время вычислений не меняется, объем решаемой задачи увеличивается</td> <td>А</td> <td>Закон Амдала</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Объем вычислений не меняется, время вычислений сокращается</td> <td>Б</td> <td>Закон Густафсона</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Объем вычислений увеличивается за счет взаимодействия между параллельными процессорами, время вычислений сокращается</td> <td>В</td> <td>Закон Сана и Ная</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Время вычислений не меняется, объем решаемой задачи увеличивается, но ограничивается емкостью доступной памяти</td> <td>Г</td> <td>Метрика Карпа-Флэтта</td> </tr> </tbody> </table>	Характер использования ресурсов		Название метрики		1	Время вычислений не меняется, объем решаемой задачи увеличивается	А	Закон Амдала	2	Объем вычислений не меняется, время вычислений сокращается	Б	Закон Густафсона	3	Объем вычислений увеличивается за счет взаимодействия между параллельными процессорами, время вычислений сокращается	В	Закон Сана и Ная	4	Время вычислений не меняется, объем решаемой задачи увеличивается, но ограничивается емкостью доступной памяти	Г	Метрика Карпа-Флэтта	ПК-13.У.1
Характер использования ресурсов		Название метрики																				
1	Время вычислений не меняется, объем решаемой задачи увеличивается	А	Закон Амдала																			
2	Объем вычислений не меняется, время вычислений сокращается	Б	Закон Густафсона																			
3	Объем вычислений увеличивается за счет взаимодействия между параллельными процессорами, время вычислений сокращается	В	Закон Сана и Ная																			
4	Время вычислений не меняется, объем решаемой задачи увеличивается, но ограничивается емкостью доступной памяти	Г	Метрика Карпа-Флэтта																			
7.	<p>Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. При организации конвейерных вычислений на уровне команд процессора команды разных типов по-разному влияют на работу конвейера. Расположите типы команд процессора в порядке возрастания</p>	ПК-13.У.1																				

	временных потерь из-за их обработки. А – команды условного перехода Б – команды перехода на подпрограмму В – операционные команды Г – команды безусловного перехода	
8.	Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. В многопроцессорных вычислительных системах организуются сети межсоединений. Расположите типы статических сетевых топологий по возрастанию максимально возможного количества связей произвольного узла сети А – стандартная древовидная топология Б – топология плоской решетки В – линейная топология Г – полносвязная топология	ПК-4.3.1
9.	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Рассчитайте основные метрики качества параллельных вычислений: ускорение вычислений $S(n)$, эффективность вычислений $E(n)$, сжатие $C(n)$ и качество вычислений $Q(n)$. Исходные данные: - количество процессоров $n=6$, - время выполнения задачи на одном процессоре $T(1)=72$, - время выполнения задачи на шести процессорах $T(6)=24$, - объем вычислений при распараллеливании не меняется $O(1)=O(6)=72$. Дайте развернутый ответ.	ПК-13.В.1
10.	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Дайте определение метрики качества параллельных вычислений	ПК-4.3.1

Ключи правильных ответов на тесты размещены в Приложении 1 к РПД и находятся у специалистов по УМР кафедры 41, заместителя заведующего кафедрой и руководителя образовательной программы.

Система оценивания тестовых заданий показана в таблице 18.1

Таблица 18.1 – Система оценивания тестовых заданий

№	Указания по оцениванию	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение \ характеристика правильности ответа)
1	Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца)	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
2	Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
3	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)

	верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа	
4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
5	Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте	Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)

Инструкция по выполнению тестового задания находится в таблице 18.2.

Таблица 18.2 - Инструкция по выполнению тестового задания

№	Тип задания	Инструкция
1	Задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце
2	Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность Запишите соответствующую последовательность букв слева направо
3	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
5	Задание открытого типа с развернутым ответом	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
-------	----------------------------

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, приходить 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.

Структура предоставления лекционного материала:

Структура предоставления лекционного материала:

- Изложение материала по рассматриваемой теме;
- Демонстрация примеров решения конкретных задач;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах
Учебным планом не предусмотрено

11.3. 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 обучающимся 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.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия проводятся после чтения лекций, дающих теоретические основы для их выполнения. Допускается выполнение практических занятий до прочтения лекций с целью облегчения изучения теоретического материала при наличии описаний работ, включающих необходимые сведения или ссылки на конкретные учебные издания, содержащие эти сведения.

Практическое занятие состоит из следующих элементов: вводная часть, основная и заключительная. Вводная часть обеспечивает подготовку студентов к выполнению задания на занятии. В нее входят: формулировка темы, цели и задач занятия, обоснование его значимости в профессиональной подготовке студентов; изложение теоретических основ работы; характеристика состава и особенностей заданий работы и объяснение методов (способов, приемов) их выполнения; характеристика требований к результату работы; проверка готовности студентов выполнять задания.

Для некоторых практических занятий предполагается самостоятельное выполнение студентами индивидуальных заданий (как правило, включающих в себя аналитическое решение и компьютерное моделирование) и подготовку отчетов. Выполнение заданий может сопровождаться разъяснениями по ходу работы, устранением трудностей при выполнении работы, текущим контролем и оценкой результатов отдельных студентов, ответами на вопросы студентов. Возможно пробное выполнение задания(ий) под руководством преподавателя. Заключительная часть содержит: подведение общих итогов занятия; оценку результатов работы отдельных студентов; ответы на вопросы студентов; выдачу рекомендаций по устранению пробелов в системе знаний и умений студентов, по улучшению результатов работы; изложение сведений о подготовке к выполнению следующей работы.

11.4. 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

Задания, требования и варианты индивидуальных заданий для выполнения лабораторных работ размещены в LMS ГУАП в соответствующем разделе дисциплины.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе сдается в электронном виде (документ Word, документ PDF) через Личный кабинет ГУАП. Отчет к лабораторной работе содержит следующие элементы:

- титульный лист с названием дисциплины, номером и названием лабораторной работы;
- цели и задачи работы;
- задание;
- схемы (при необходимости);
- результаты экспериментальных исследований (при наличии);
- расчеты (при необходимости);
- результаты моделирования (при наличии);
- выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе указаны по электронному адресу URL <https://guap.ru/standart/doc>

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено.

11.6. 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, является учебно-методический материал по дисциплине.

11.7. 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.

Используемые методы текущего контроля:

- устный опрос на занятиях;

- проверка выполнения практических заданий;
- защита отчетов по лабораторным работам.

По результатам выполнения лабораторных работ обучающиеся оформляют отчеты, выкладываемые для проверки в личном кабинете. Корректность решений, результатов компьютерного моделирования, полнота и своевременность представления отчетов, качество защиты отчетов учитываются при проведении промежуточной аттестации.

11.8. 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».

К промежуточной аттестации допускаются учащиеся, выполнившие и защитившие не менее 75% отчетов по лабораторным работам. Экзамен проводится в устной форме в виде ответа на вопросы экзаменационного билета.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации находится в соответствии с требованиями Положения «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования».

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