

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

Кафедра № 14

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы  
\_\_\_\_\_  
доц.,к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)  
А.М. Сергеев  
\_\_\_\_\_  
(инициалы, фамилия)  
\_\_\_\_\_  
(подпись)  
«05» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Архитектура параллельных вычислительных систем»  
(Наименование дисциплины)

|                                                       |                                      |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 09.04.01                             |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Информатика и вычислительная техника |
| Наименование<br>направленности                        | Системы с искусственным интеллектом  |
| Форма обучения                                        | очная                                |
| Год приема                                            | 2026                                 |

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

\_\_\_\_\_  
к.т.н.,доц.  
(должность, уч. степень, звание)      \_\_\_\_\_  
(подпись, дата)      В.Л. Оленев  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 14

«05» февраля 2026 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 14

\_\_\_\_\_  
к.т.н.,доц.  
(уч. степень, звание)      \_\_\_\_\_  
(подпись, дата)      В.Л. Оленев  
(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 «Архитектура параллельных вычислительных систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности «Системы с искусственным интеллектом». Дисциплина реализуется кафедрой «№14».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:  
ОПК-2 «Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач»

ОПК-5 «Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем»

ОПК-6 «Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования»

ОПК-7 «Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных архитектурами параллельных вычислительных систем, анализ проблемных ситуаций, тенденциями их развития и применения,

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Формирование базовой системы знаний в области архитектуры параллельных вычислительных систем как базовых средств построения вычислительных платформ перспективных встроенных систем обработки информации и управления. Формируемые при изучении дисциплины знания и навыки позволят как проводить профессиональный анализ, сопоставление и выбор параллельных архитектур для применения в различных вычислительных системах, в том числе во встроенных системах обработки информации и управления, так и дадут основу квалификации для проектирования новых мультипроцессорных архитектур и перспективных технических решений для их реализации.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-2 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач | ОПК-2.3.2 знать методы разработки оригинальных алгоритмов и программных продуктов с использованием современных технологий<br>ОПК-2.У.1 уметь обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач                                                                                                    |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-5 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем                                                       | ОПК-5.3.1 знать современное программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем<br>ОПК-5.У.1 уметь модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач<br>ОПК-5.В.1 владеть навыками разработки программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-6 Способен разрабатывать компоненты                                                                                                                                              | ОПК-6.3.1 знать аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                  |                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования                                                    | назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности<br>ОПК-6.У.1 уметь анализировать техническое задание, разрабатывать и оптимизировать программный код для решения задач обработки информации и автоматизированного проектирования<br>ОПК-6.В.1 владеть навыками составления технической документации по использованию и настройке компонентов программно-аппаратного комплекса                                                                    |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-7 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий | ОПК-7.3.1 знать функциональные требования к прикладному программному обеспечению для решения актуальных задач предприятий отрасли, национальные стандарты обработки информации и автоматизированного проектирования<br>ОПК-7.У.1 уметь приводить зарубежные комплексы обработки информации в соответствие с национальными стандартами, интегрировать с отраслевыми информационными системами<br>ОПК-7.В.1 владеть навыками настройки интерфейса, разработки пользовательских шаблонов, подключения библиотек, добавления новых функций |

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Схемотехника
- Электроника
- Программирование на языках Ассемблера

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

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 |
|--------------------|-------|---------------------------|
|                    |       | №3                        |
| 1                  | 2     | 3                         |

|                                                                                             |        |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины,</b> 3Э/ (час)                                             | 6/ 216 | 6/ 216 |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>                                                 |        |        |
| <b>Аудиторные занятия,</b> всего час.                                                       | 34     | 34     |
| в том числе:                                                                                |        |        |
| лекции (Л), (час)                                                                           | 17     | 17     |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)                                                |        |        |
| лабораторные работы (ЛР), (час)                                                             | 17     | 17     |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)                                                    |        |        |
| экзамен, (час)                                                                              | 54     | 54     |
| <b>Самостоятельная работа,</b> всего (час)                                                  | 128    | 128    |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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 3                                                              |              |               |          |          |           |
| Раздел 1. Классификация архитектур параллельных вычислительных систем. | 2            |               |          |          | 20        |
| Раздел 2. Параллелизм на уровне машинных команд.                       | 3            |               | 3        |          | 20        |
| Раздел 3. SIMD параллелизм.                                            | 3            |               | 3        |          | 20        |
| Раздел 4. Параллельные архитектуры с общим адресным пространством.     | 3            |               | 3        |          | 20        |
| Раздел 5. Параллельные архитектуры с распределенной памятью.           | 3            |               | 4        |          | 20        |
| Раздел 6. Параллельные архитектуры с GPU.                              | 3            |               | 4        |          | 28        |
| Итого в семестре:                                                      | 17           |               | 17       |          | 128       |
| Итого                                                                  | 17           | 0             | 17       | 0        | 128       |

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                                                                                                   |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>      | Классификация архитектур параллельных вычислительных систем.<br>Направления развития архитектур параллельных ВС. Классы параллельных ВС. Суперкомпьютеры. |
| <b>2</b>      | Параллелизм на уровне машинных команд.                                                                                                                    |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | Конвейерная организация микропроцессоров<br>Суперскалярные архитектуры микропроцессоров<br>VLIW-архитектуры микропроцессоров. Мультитредовые и многоядерные микропроцессоры                                                                                                                                                                                                 |
| 3 | SIMD параллелизм. Принципы SIMD обработки. Примеры SIMD компьютеров. SIMD архитектуры микропроцессоров.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4 | Параллельные архитектуры с общим адресным пространством.<br>Архитектуры SMP. Протоколы поддержания когерентности кэшей. Гетерогенные мультипроцессоры. Асимметричные мультипроцессоры.<br>DSM-архитектуры. Архитектура NUMA и ccNUMA.                                                                                                                                       |
| 5 | Раздел 5. Параллельные архитектуры с распределенной памятью.<br>Кластерные ВС. Латентность передачи данных по сети. Особенности топологии коммуникационной сети ПВС. Топология гиперкуба. 2D-3D решетки. FatTree. Примеры.<br>Технология hadoop. Распределённая файловая система hdfs. Парадигма map reduce. Hadoop streaming. Алгоритмы на map reduce. Графы в map-reduce. |
| 6 | Раздел 6. Параллельные архитектуры с GPU.<br>Гибридная модель вычислений. Архитектура GPU. Unified Virtual Addressing. Compute Capability. Программная модель CUDA. . CUDA-поток. Использование pinned-памяти. Разделяемая память. Типы памяти в CUDA. Регистры и локальная память. Оптимизация работы с разделяемой памятью. Параллельная редукция.                        |

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 |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                           |                            |                     |                                       |                      |
|                                 |                           |                            |                     |                                       |                      |
| Всего                           |                           |                            |                     |                                       |                      |

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 3 |                                        |                     |                                       |                      |
| 1         | Параллелизм на уровне машинных команд. | 3                   |                                       | 2                    |
| 2         | SIMD параллелизм в архитектуре         | 3                   |                                       | 3                    |

|       |                                                          |    |  |   |
|-------|----------------------------------------------------------|----|--|---|
|       | миропроцессоров.                                         |    |  |   |
| 3     | Параллельные архитектуры с общим адресным пространством. | 3  |  | 4 |
| 4     | Параллельные архитектуры с распределенной памятью.       | 4  |  | 5 |
| 5     | Параллельные архитектуры с GPU.                          | 4  |  | 6 |
| Всего |                                                          | 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 3, час |
|---------------------------------------------------|------------|----------------|
| 1                                                 | 2          | 3              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 60         | 60             |
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  |            |                |
| Расчетно-графические задания (РГЗ)                |            |                |
| Выполнение реферата (Р)                           |            |                |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 60         | 60             |
| Домашнее задание (ДЗ)                             |            |                |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                |            |                |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 8          | 8              |
| Всего:                                            | 128        | 128            |

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 Г 96        | Гусева, А. И. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Текст] : учебник / А. И. Гусева, В. С. Киреев. - М. : Академия, 2014. - 288 с. | 38                                                                  |
| 004 О-66        | Орлов, С. А. Организация ЭВМ и систем.                                                                                                        | 8                                                                   |

|                  |                                                                                                                                                                                                       |         |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                  | Фундаментальный курс по архитектуре и структуре современных компьютерных средств [Текст] : учебник для бакалавров и магистров / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер. - 3-е изд. - СПб. : ПИТЕР, 2014. - 688 с. |         |
| 681.3 Т 18       | Таненбаум, Эндрю. Архитектура компьютера. - 4-е изд. - М. и др. : Питер, 2005. - 698 с.                                                                                                               | 3       |
| 004.38(075) С 71 | Сперанский, В. С. Сигнальные микропроцессоры и их применение в системах телекоммуникаций и электроники: учебное пособие/ В. С. Сперанский. - М.: Горячая линия - Телеком, 2008. - 168 с.,             | 20 экз. |
| (004.4 / Л 36 )  | Левин, М. П.. Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие/ М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 120 с.                                                                   | 10      |
|                  | Астапкович А.М., Шейнин Ю.Е. Встроенные системы управления. Учебное пособие. / ГУАП, СПб., 2011 г., 221 с.                                                                                            |         |
|                  | В.Ф.Мелехин. Вычислительные машины, системы и сети. Учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.Ф.Мелехин, Е.Г.Павловский. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 550 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                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="http://parallel.ru/">http://parallel.ru/</a>                                                                                                                                                                                       | Лаборатория Параллельных информационных технологий Научно-исследовательского вычислительного центра Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова |
| <a href="http://coolfire.insomnia247.nl/c&amp;mt/Herlihy,%20Shavit%20-The%20art%20of%20multiprocessor%20programming.pdf">http://coolfire.insomnia247.nl/c&amp;mt/Herlihy,%20Shavit%20-The%20art%20of%20multiprocessor%20programming.pdf</a> | Maurice Herlihy, Nir Shavit. The Art of Multiprocessor Programming. Morgan Kaufmann Publishers, 2008. 529 p.                                                       |

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     | Мультимедийная лекционная аудитория                                                                                                                                        | 52-33а                              |
| 2     | Специализированная лаборатория «Встроенных компьютерных систем», включая учебно-исследовательские стенды «Встраиваемые многоядерные и параллельные вычислительные системы» | 12-29                               |

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средствдля 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 |

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 | Характеристика сформированных компетенций |
|--------------------|-------------------------------------------|
| 5-балльная шкала   |                                           |

| Оценка компетенции                    | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5-балльная шкала                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| «отлично»<br>«зачтено»                | – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;<br>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;<br>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;<br>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;<br>– делает выводы и обобщения;<br>– свободно владеет системой специализированных понятий. |
| «хорошо»<br>«зачтено»                 | – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;<br>– не допускает существенных неточностей;<br>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;<br>– аргументирует научные положения;<br>– делает выводы и обобщения;<br>– владеет системой специализированных понятий.                                                                    |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»      | – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;<br>– допускает несущественные ошибки и неточности;<br>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;<br>– слабо аргументирует научные положения;<br>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;<br>– частично владеет системой специализированных понятий.                 |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | – обучающийся не усвоил значительной части программного материала;<br>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;<br>– испытывает трудности в практическом применении знаний;<br>– не может аргументировать научные положения;<br>– 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     | Классы параллельных ВС                                       | ОПК-2.3.2              |
| 2     | Методы локального параллелизм. Параллелизм на уровне команд. | ОПК-2.У.1<br>ОПК-5.3.1 |
| 3     | Конвейерная организация вычислений.                          | ОПК-5.У.1              |
| 4     | Конвейерное распараллеливание выполнения команд.             | ОПК-5.В.1              |
| 5     | Примеры конвейера выполнения команд. Intel и MIPS.           | ОПК-6.3.1              |
| 6     | Конфликты в конвейере.                                       | ОПК-6.У.1              |
| 7     | Обработка ветвлений в конвейере команд.                      | ОПК-6.В.1              |
| 8     | Предсказание ветвлений в конвейерах.                         | ОПК-7.3.1              |
| 9     | Суперскалярное распараллеливания выполнения команд.          | ОПК-7.У.1              |
| 10    | Суперскалярные архитектуры микропроцессоров                  | ОПК-7.В.1              |
| 11    | VLIW-архитектуры микропроцессоров                            |                        |
| 12    | Мультитредовые микропроцессоры                               |                        |

|    |                                                                                               |  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 13 | Многоядерные микропроцессоры                                                                  |  |
| 14 | SIMD параллелизм. Принципы SIMD обработки. Примеры SIMD компьютеров.                          |  |
| 15 | SIMD архитектуры микропроцессоров                                                             |  |
| 16 | Параллельные архитектуры с общим адресным пространством.                                      |  |
| 17 | Архитектуры SMP. Гетерогенные мультипроцессоры. Асимметричные мультипроцессоры.               |  |
| 18 | Протоколы поддержания когерентности кэшей.                                                    |  |
| 19 | DSM-архитектуры. Архитектура NUMA и ccNUMA.                                                   |  |
| 20 | Параллельные архитектуры с распределенной памятью.                                            |  |
| 21 | Кластерные ВС.                                                                                |  |
| 22 | Суперкомпьютеры                                                                               |  |
| 23 | Проекты петафлоповых компьютеров                                                              |  |
| 24 | Латентность передачи данных по сети. Особенности топологии коммуникационной сети ПВС.         |  |
| 25 | Топологии систем связей параллельных ВС Топология гиперкуба. 2D-3D решетки. FatTree. Примеры. |  |
| 26 | Методы коммутации и маршрутизации в параллельных ВС                                           |  |
| 27 | Гибридные архитектуры. PIM-архитектуры                                                        |  |
| 28 | Модели потоков данных                                                                         |  |
| 29 | Архитектура параллельного вычислителя с управлением потоком данных                            |  |
| 30 | Технология hadoop. Парадигма map reduce.                                                      |  |
| 31 | Алгоритмы на map reduce. Графы в map-reduce                                                   |  |
| 32 | Параллельные архитектуры с GPU.                                                               |  |
| 33 | Архитектура GPU.                                                                              |  |
| 34 | CUDA-потоки. Типы памяти в CUDA.                                                              |  |

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     | Конфликт по данным может быть обнаружен аппаратно после того, как осуществлена: | ОПК-2.3.2      |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* декодирование и выборка операндов</li> <li>* выборка команды и ее дешифрация</li> <li>* запись результатов</li> <li>* выборка операндов и выполнение вычислений</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                  |           |
| 2 | <p>Способы устранения конфликтов в конвейере:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Изменение порядка следования инструкций</li> <li>* Распределение инструкций на разные конвейеры</li> <li>* Добавление инструкции NOP</li> <li>* Исключение конфликтных инструкций.</li> </ul>                                                                                                                                                             | ОПК-2.3.2 |
| 3 | <p>Установить соответствие:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Истинный параллелизм</li> <li>2. Виртуальный параллелизм</li> </ol> <p>А. Задачи выполняются одновременно на различных вычислительных устройствах.<br/>Б. Задачи выполняются на одном процессоре, используя режим разделения времени.</p>                                                                                                                                  | ОПК-2.У.1 |
| 4 | <p>Архитектуры процессоров с поддержкой динамической реконфигурации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* ARC</li> <li>* ARM</li> <li>* Xtensa</li> <li>* RISC-V</li> <li>* X86</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                   | ОПК-2.3.2 |
| 5 | Переключение контекста в многозадачных ОС и средах — это...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ОПК-2.3.2 |
| 6 | <p>Как можно ускорить вызов (и исключить ветвление) одной и той же ассемблерной инструкции, если она выполняется в цикле 3 раза?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Создать ещё 2 параллельных потока, каждый из которых вызывает инструкцию</li> <li>* Убрать цикл и выполнить инструкцию последовательно 3 раза.</li> <li>* Переписать программу на низкоуровневом языке программирования</li> </ul>                                     | ОПК-5.У.1 |
| 7 | <p>Компилятор gcc позволяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Компилировать исходный код на языке «C» в исполняемый файл.</li> <li>* Компилировать исходный код на языке «Python» в исполняемый файл.</li> <li>* Отправлять файл на другой компьютер.</li> <li>* Создавать код на языке ассемблер для последующего анализа.</li> </ul>                                                                                                   | ОПК-5.3.1 |
| 8 | <p>Соотнесите аббревиатуры:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. VLIW</li> <li>2. MIPS</li> <li>3. RISC</li> <li>4. CISC</li> <li>5. SIMD</li> </ol> <p>А. Микропроцессорная архитектура без блокировок в конвейере<br/>Б. Компьютер с комплексным набором команд<br/>В. Вычислитель с набором упрощённых/редуцированных команд<br/>Г. Одиночный поток команд, множественный поток данных<br/>Д. Архитектура с длинным командным словом</p> | ОПК-5.3.1 |
| 9 | <p>Расположите команды в порядке увеличения времени выполнения:</p> <p>MOV 0, EAX</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ОПК-5.В.1 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|    | <p>NOP</p> <p>CALL puts@PLT</p> <p>XOR EAX, EAX</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |
| 10 | Продолжите предложение: в параллельной вычислительной системе конфликт по данным возникает, ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ОПК-5.3.1 |
| 11 | <p>Один ответ: Абсолютное большинство современных вычислительных систем являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* последовательными системами</li> <li>* параллельными системами</li> <li>* монолитными системами</li> </ul>                                                                                                                                                                             | ОПК-6.3.1 |
| 12 | <p>Что из перечисленного является ассемблерными командами архитектуры x86?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* mov</li> <li>* printf</li> <li>* cmp</li> <li>* main</li> <li>* add</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                | ОПК-6.3.1 |
| 13 | <p>Установите соответствие:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. VIM</li> <li>2. GCC</li> <li>3. Meld</li> <li>4. O4</li> </ol> <p>А. Программа сравнения текстовых файлов<br/>Б. Компилятор<br/>В. Ключ оптимизации<br/>Г. Текстовый редактор</p>                                                                                                                                                           | ОПК-6.В.1 |
| 14 | <p>Установите порядок выполнения этапов большинства инструкций в конвейере процессора:</p> <p>запись результата<br/>выполнение вычислений<br/>выборка инструкций<br/>дешифрация инструкции<br/>выборка операндов</p>                                                                                                                                                                                                  | ОПК-6.3.1 |
| 15 | Назначение ассемблерной инструкции «jmp» в архитектуре x86?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ОПК-6.У.1 |
| 16 | <p>Верно ли следующее утверждение: В суперскалярных процессорах есть несколько вычислительных модулей, но задача распределения работы между ними решается аппаратно</p> <p>Верно<br/>Не верно</p>                                                                                                                                                                                                                     | ОПК-7.В.1 |
| 17 | <p>Какие утверждения относятся к классической VLIW архитектуре:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* поддерживается несколько типов форматов команд.</li> <li>* одна инструкция процессора содержит несколько операций, которые должны выполняться параллельно.</li> <li>* механизмы борьбы с конфликтами реализованы аппаратно.</li> <li>* механизмы борьбы с конфликтами реализованы программно.</li> </ul> | ОПК-7.В.1 |
| 18 | <p>Установить соответствие:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конфликты по данным</li> <li>2. Конфликты по управлению</li> <li>3. Структурные конфликты</li> </ol> <p>А. Возникают, при выполнении инструкций ветвления, либо других</p>                                                                                                                                                                  | ОПК-7.3.1 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|    | инструкций, связанных с изменением программного счетчика.<br>Б. Возникают в тех случаях, когда не все возможные комбинации инструкций могут быть поддержаны аппаратно.<br>В. Возникают, когда результат выполнения предыдущей инструкции является входными данными для следующей инструкции. |           |
| 19 | Верно ли следующее утверждение: для суперскалярных и для VLIW архитектур характерно параллельное выполнение однотипных действий над разными инструкциями.<br>Верно<br>Не верно                                                                                                               | ОПК-7.3.1 |
| 20 | Основные типы архитектур процессора, в которых поддерживается распараллеливание на уровне инструкций?                                                                                                                                                                                        | ОПК-7.У.1 |
| 21 | Конфликт по данным может быть обнаружен аппаратно после того, как осуществлена:<br>* декодирование и выборка операндов<br>* выборка команды и ее дешифрация<br>* запись результатов<br>* выборка операндов и выполнение вычислений                                                           | ОПК-2.3.2 |
| 22 | Способы устранения конфликтов в конвейере:<br>* Изменение порядка следования инструкций<br>* Распределение инструкций на разные конвейеры<br>* Добавление инструкции NOP<br>* Исключение конфликтных инструкций.                                                                             | ОПК-2.3.2 |

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, 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.

## 11.2. 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.

## 11.3. 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.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

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 по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. 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.

11.5. 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».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |