

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВСЕРОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ
МИНИСТЕРСТВА ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.М. Куликова

« 10 » 04 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.10 «Параллельные вычислительные системы»

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки
09.04.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль) образовательной программы
«Информационные системы в экономике и управлении»

Квалификация магистр
Форма обучения очная

Год набора 2027

Москва, 2026

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системных теоретических знаний и практических навыков в области параллельных вычислительных систем, включая архитектурные принципы, методы организации параллельных вычислений, инструментарий параллельного программирования и оценку производительности для эффективного решения профессиональных задач в сфере информационных систем и технологий.

Задачи освоения дисциплины:

1. Изучение архитектурных основ параллельных вычислительных систем, методов классификации, топологий, моделей памяти и коммуникационных структур, а также законов и метрик параллельных вычислений.
2. Формирование практических навыков разработки параллельных программ с использованием современных технологий и библиотек (OpenMP, MPI, CUDA), а также методов анализа и оптимизации производительности параллельных систем для решения профессиональных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Параллельные вычислительные системы» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины(модули).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение следующих результатов обучения:

Код и наименование компетенции	Код (ы) и наименование (-ия) индикатора(ов) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
ОПК-5 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем	ИДК-1. Разрабатывает и модернизирует программное обеспечение ИС	Знать: архитектурные принципы построения параллельных вычислительных систем; модели памяти и топологии параллельных систем (UMA, NUMA, MPP, кластерные); методы организации параллельных вычислений и обмена данными; средства параллельного программирования: языковые расширения, коммуникационные библиотеки, инструменты отладки и профилирования
		Уметь: разрабатывать и модернизировать программное обеспечение с использованием средств параллельного программирования; применять модели параллельного программирования (OpenMP, MPI, CUDA) для решения профессиональных задач; анализировать архитектуру вычислительной системы и выбирать адекватные методы распараллеливания; использовать инструменты профилирования и оптимизации параллельных программ

		Владеть: навыками разработки параллельных программ с использованием технологий OpenMP, MPI, CUDA; методами оптимизации параллельных алгоритмов и распределения задач по узлам вычислительной системы; инструментарием отладки, мониторинга и анализа производительности параллельных программ
	ИДК-2. Применяет методы параллельных вычислений для повышения производительности систем	Знать: законы параллельных вычислений (Амдала, Густафсона) и их влияние на производительность; методы оценки производительности параллельных систем (пиковая и реальная производительность); классификацию тестов оценки производительности (LINPACK, SPEC, HPCG); показатели качества функционирования вычислительных систем (интервальные, интегральные, точечные). Уметь: применять методы параллельных вычислений для повышения производительности информационных систем; проводить оценку производительности параллельных систем с использованием стандартных тестов; анализировать загрузку процессоров и распределять задачи по узлам вычислительной системы; оптимизировать параллельные алгоритмы с учётом затрат на коммуникации и синхронизацию Владеть: методами оценки и повышения производительности параллельных систем; инструментарием профилирования и оптимизации производительности; навыками балансировки нагрузки и распределения ресурсов в параллельных вычислительных системах
ОПК-7 Способен разрабатывать и применять математические модели процессов и объектов при решении задач анализа и синтеза распределённых информационных систем и систем	ИДК-1. Разрабатывает математические модели для распределённых ИС	Знать: математические основы параллельных вычислений и моделирования распределённых систем; метрики параллельных вычислений: время выполнения, ускорение, эффективность, масштабируемость; методы формализации задач параллельных вычислений для распределённых информационных систем; модели массового обслуживания для анализа потоков задач в вычислительных системах

поддержки принятия решений		Уметь: разрабатывать математические модели распределённых информационных систем с использованием методов параллельных вычислений; применять математический аппарат для оценки производительности и эффективности параллельных систем; использовать модели массового обслуживания для анализа загрузки вычислительных систем; интерпретировать результаты математического моделирования для обоснования архитектурных решений
		Владеть: навыками построения математических моделей для распределённых информационных систем; методами оценки вычислительной и коммуникационной сложности параллельных алгоритмов; инструментарием математического моделирования для анализа производительности параллельных систем
	ИДК-2. Применяет модели машинного обучения для систем поддержки принятия решений	Знать: современные подходы к оценке производительности для систем искусственного интеллекта и обработки больших данных (MLPerf, AI-benchmarks); применение параллельных вычислений для обучения моделей машинного обучения; методы распараллеливания алгоритмов машинного обучения на GPU и распределённых кластерах; архитектурные особенности систем поддержки принятия решений, использующих параллельные вычисления Уметь: применять параллельные вычисления для ускорения обучения моделей машинного обучения; использовать GPU-вычисления (CUDA) для реализации алгоритмов машинного обучения; оценивать производительность систем машинного обучения с использованием специализированных бенчмарков; интегрировать параллельные вычисления в системы поддержки принятия решений Владеть: навыками применения параллельных вычислений для систем машинного обучения; методами оптимизации производительности алгоритмов машинного обучения на па-

		раллельных системах; инструмента- рием оценки производительности для систем искусственного интеллекта.
--	--	--

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия (всего)	42
Лекции	24
Занятия семинарского типа	18
Самостоятельная работа (всего)	102
Вид промежуточной аттестации	Диф. зачет
Общая трудоемкость, час	144
Общая трудоемкость, зач. ед.	4

Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в академических часах)			В т.ч. в форме практической подготовки
			Л	С/ПЗ	СР	
1.	Фундаментальные основы параллельных вычислительных систем, их архитектура, свойства и области применения	4	6	4	24	-
2.	Архитектурная организация и коммуникационные структуры параллельных систем	4	6	4	26	-
3.	Методология и инструментарий параллельного программирования, алгоритмы, модели и средства разработки	4	6	6	26	-
4.	Оценка производительности, загрузки и эффективности параллельных вычислительных систем	4	6	4	26	-

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Темы и их аннотации

Тема 1. Фундаментальные основы параллельных вычислительных систем, их архитектура, свойства и области применения

Предмет, цели и задачи дисциплины в контексте современных параллельных вычислительных технологий. Ключевые понятия параллельных вычислительных систем, включая масштабируемость (вертикальную и горизонтальную), универсальность, производительность (пиковую и реальную), реконфигурируемость, надёжность и живучесть, самоконтроль и самодиагностику, технико-экономическую эффективность. Классификация вычислительных систем по производительности, включая суперкомпьютеры, кластерные системы и распределённые вычислительные среды. Применение параллельных вычислений в науке, промышленности, экономике и управлении, включая моделирование сложных процессов, обработку больших данных, машинное обучение, прогнозирование и оптимизацию управленческих решений. Роль параллельных вычислительных систем в цифровой трансформации экономики. Перспективы развития вычислительных систем, включая квантовые

вычисления, нейроморфные архитектуры и вычисления на периферии (Edge Computing). Взаимосвязь дисциплины с другими курсами образовательной программы, включая операционные системы, компьютерные сети, параллельное программирование и системную инженерию.

Тема 2. Архитектурная организация и коммуникационные структуры параллельных систем

Фундаментальные законы параллельных вычислений, включая закон Амдала и его ограничения для масштабируемости, а также закон Густафсона как альтернативный подход к оценке производительности. Систематизация признаков классификации параллельных вычислительных систем. Классификация Флинна (SISD, SIMD, MISD, MIMD) как базовый инструмент анализа архитектур. Классификация Фенга по способу управления и обработки данных. Классификация Дункана на основе потоков управления и данных. Нетрадиционные параллельные архитектуры, включая потоковые вычислительные системы, редукционные машины, систолические массивы и нейропроцессоры. Современная классификация параллельных систем по топологии, масштабу и способу организации вычислений. Модели архитектур с совместно используемой памятью (UMA, NUMA, CC-NUMA) и их организация доступа, достоинства и ограничения. Модели архитектур с распределённой памятью (MPP, кластерные системы) и организация обмена данными и синхронизации. Обеспечение когерентности памяти в многоядерных и многопроцессорных системах через аппаратные и программные подходы. Статические топологии вычислительных систем, включая линейку, кольцо, сетку, гиперкуб и тор, их сравнительный анализ и критерии выбора. Динамические топологии, включая коммутационные матрицы, кроссбары и многоступенчатые коммутаторы. Вычислительные системы класса SIMD, их архитектурные особенности и области применения на примере векторных процессоров и графических ускорителей. Вычислительные системы класса MIMD, их архитектура, организация памяти и области применения на примере кластеров и массово-параллельных систем. Потоковые и редукционные вычислительные системы, их концептуальные основы, особенности и перспективы развития. Влияние архитектурных решений на производительность, энергоэффективность и стоимость вычислительных систем.

Тема 3. Методология и инструментарий параллельного программирования, алгоритмы, модели и средства разработки

Уровни параллелизма в вычислительных системах, включая инструкционный, внутрипроцессорный, межпроцессорный и системный уровни. Метрики параллельных вычислений, включая время выполнения, ускорение, эффективность и масштабируемость. Понятийный аппарат параллельного программирования, включая процесс, поток, задачу, синхронизацию, взаимное исключение и тупик. Парадигмы параллельного программирования, включая модель «Процесс/канал» (CSP), модель «Обмен сообщениями» (MPI), модель «Общая память» (OpenMP, pthreads) и модель «Потоки данных». Показатели эффективности параллельных алгоритмов, включая ускорение (speedup), эффективность, затраты на коммуникации и нагрузку на память. Анализ параллельных алгоритмов через оценку вычислительной и коммуникационной сложности. Векторизация программ, её принципы, техники и ограничения автоматической и ручной векторизации. Средства параллельного программирования, включая языковые расширения (OpenMP, CUDA, HIP), коммуникационные библиотеки (MPI, OpenSHMEM), средства отладки (TotalView, DDT), средства мониторинга производительности (Intel VTune, perf, Gprof) и инструменты профилирования и оптимизации. Применение параллельного программирования для решения экономических и управленческих задач, включая обработку больших данных, моделирование финансовых потоков, оптимизацию портфелей, прогнозирование спроса и имитационное моделирование бизнес-процессов.

Тема 4. Оценка производительности, загрузки и эффективности параллельных вычислительных систем

Показатели качества функционирования вычислительных систем как основа для принятия решений при проектировании и эксплуатации. Интервальные показатели, включая загрузку процессоров, коэффициент использования ресурсов и пропускную способность. Интегральные показатели, включая среднее время выполнения задач и суммарный объём обработанной информации за период. Точечные показатели, включая мгновенную загрузку и текущее число занятых процессоров. Производительность вычислительных систем, включая пиковую производительность (теоретический максимум) и реальную производительность (достигаемую на прикладных задачах). Классификация тестов оценки производительности, включая тесты производителей (специализированные бенчмарки), стандартные тесты (LINPACK, SPEC, HPCG) и тесты пользователей (прикладные бенчмарки), их сравнительный анализ и области применения. Время ответа и время ожидания как характеристики качества обслуживания вычислительных систем. Показатели надёжности и готовности, включая коэффициент готовности, среднее время наработки на отказ (MTBF) и среднее время восстановления (MTTR). Оценка потенциальных возможностей вычислительной системы по осуществимости решения задач с использованием критериев и методов анализа. Анализ обслуживания потока задач на вычислительной системе через модели массового обслуживания и дисциплины планирования. Оценка потерь при обслуживании вычислительной системы потоком задач, включая задержки, простои и перегрузки. Методы оптимизации загрузки вычислительной системы, включая балансировку нагрузки, динамическое распределение ресурсов и энергоэффективные стратегии. Практические аспекты оценки производительности при внедрении параллельных систем в экономике и управлении, включая экономическую эффективность, сроки окупаемости и критерии выбора архитектуры. Современные подходы к оценке производительности для систем искусственного интеллекта и обработки больших данных, включая MLPerf и AI-benchmarks.

5.2. Программа самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (в акад. часах)
1.	Фундаментальные основы параллельных вычислительных систем, их архитектура, свойства и области применения	Прочитать конспект лекций, изучить рекомендуемые материалы, подготовиться к участию в дискуссии по теме занятия	24
2.	Архитектурная организация и коммуникационные структуры параллельных систем	Прочитать конспект лекций, изучить рекомендуемые материалы, подготовиться к участию в дискуссии по теме занятия	26
3.	Методология и инструментарий параллельного программирования, алгоритмы, модели и средства разработки	Прочитать конспект лекций, изучить рекомендуемые материалы, подготовиться к участию в дискуссии по теме занятия	26
4.	Оценка производительности, загрузки и эффективности параллельных вычислительных систем	Прочитать конспект лекций, изучить рекомендуемые материалы, подготовиться к участию в дискуссии по теме занятия	26

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используются как традиционные, так и современные методы организации образовательного процесса. Применение конкретных образовательных

технологий в учебном процессе определяется как лекционно-семинарскими видами учебной деятельности, так и в значительной степени самостоятельной работой студентов.

6.1 Традиционные образовательные технологии

ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту в виде лекции и ответов преподавателя на вопросы студентов по ходу лекции.

Информационная лекция используется при изложении основных теоретических положений изучаемой дисциплины.

Занятия семинарского типа используются для практического освоения теоретического материала.

6.2. Технологии проблемного обучения:

организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов для стимулирования активной познавательной деятельности студентов:

проблемная лекция;

практические занятия на основе кейс-метода.

Проблемная лекция используется при изложении вопросов, содержащих проблемные и дискуссионные аспекты, где имеются различные научные подходы, трактовки, точки зрения.

Практическое занятие на основе кейс-метода обучение в контексте моделируемой ситуации.

6.3. Информационно-коммуникационные образовательные технологии

Организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией:

лекция-визуализация;

практические занятия в форме презентации.

Лекция-визуализация изложение содержания сопровождается презентацией.

Практическое занятие в форме презентации представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line и/или off-line в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме чат, форума, чата, выполнения виртуальных практических работ и др.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

7.1. Промежуточная аттестация дифференцированный зачет

Примерные вопросы к дифференцированному зачету:

1. Базовые понятия параллельных вычислительных систем, включая масштабируемость, универсальность, производительность, реконфигурируемость, надёжность, живучесть, самоконтроль и технико-экономическую эффективность, их содержание и взаимосвязь.

2. Области применения параллельных вычислительных систем в науке, промышленности, экономике и управлении с акцентом на задачи обработки больших данных, машинного обучения и оптимизации управленческих решений.

3. Закон Амдала и его ограничения для масштабируемости параллельных систем, а также закон Густафсона как альтернативный подход к оценке производительности.

4. Систематизация признаков классификации параллельных вычислительных систем по различным критериям.

5. Сравнительный анализ классификаций Флинна, Фенга и Дункана в контексте архитектурной организации параллельных систем.

6. Нетрадиционные параллельные архитектуры, включая потоковые системы, редукционные машины, систолические массивы и нейропроцессоры, их концептуальные особенности и перспективы развития.
7. Современная классификация параллельных вычислительных систем по топологии, масштабу, способу организации вычислений и управления памятью.
8. Модели архитектур с совместно используемой памятью (UMA, NUMA, CC-NUMA): организация доступа, достоинства, ограничения и области применения.
9. Модели архитектур с распределённой памятью (MPP, кластерные системы): организация обмена данными, синхронизация и масштабируемость.
10. Аппаратные и программные подходы к обеспечению когерентности памяти в многоядерных и многопроцессорных системах.
11. Статические топологии параллельных систем (линейка, кольцо, сетка, гиперкуб, тор): сравнительный анализ и критерии выбора.
12. Динамические топологии параллельных систем (коммутационные матрицы, кроссбары, многоступенчатые коммутаторы): принципы организации и сравнительная характеристика.
13. Архитектурные особенности и области применения вычислительных систем класса SIMD на примере векторных процессоров и графических ускорителей.
14. Архитектурная организация, модели памяти и области применения вычислительных систем класса MIMD на примере кластеров и массово-параллельных систем.
15. Потоковые и редукционные вычислительные системы: концептуальные основы, архитектурные особенности и перспективы развития.
16. Влияние архитектурных решений на производительность, энергоэффективность и стоимость параллельных систем.
17. Уровни параллелизма (инструкционный, внутрипроцессорный, межпроцессорный, системный) и метрики параллельных вычислений (время выполнения, ускорение, эффективность, масштабируемость).
18. Понятийный аппарат параллельного программирования: процесс, поток, задача, синхронизация, взаимное исключение и тупик в контексте разработки параллельных приложений.
19. Парадигмы параллельного программирования: модель «Процесс/канал» (CSP), модель «Обмен сообщениями» (MPI), модель «Общая память» (OpenMP, pthreads), модель «Потоки данных» — сравнительный анализ.
20. Показатели эффективности параллельных алгоритмов: ускорение (speedup), эффективность, затраты на коммуникации и нагрузка на память, их взаимосвязь и интерпретация.
21. Модели параллельного программирования: архитектурные особенности, применимость, достоинства и ограничения каждой модели.
22. Векторизация программ: принципы, техники, ограничения автоматической и ручной векторизации, влияние на производительность.
23. Средства параллельного программирования: языковые расширения, коммуникационные библиотеки, средства отладки, мониторинга и оптимизации (OpenMP, CUDA, MPI, Intel VTune, TotalView и др.) — сравнительная характеристика и области применения.
24. Применение параллельного программирования для решения экономических и управленческих задач: обработка больших данных, моделирование финансовых потоков, оптимизация портфелей, прогнозирование спроса и имитационное моделирование.
25. Показатели качества функционирования вычислительных систем: интервальные, интегральные и точечные показатели, их содержание и применение для оценки эффективности.
26. Производительность параллельных систем: пиковая и реальная производительность, факторы, определяющие их расхождение.

27. Классификация тестов оценки производительности: тесты производителей, стандартные тесты (LINPACK, SPEC, HPCG), тесты пользователей — сравнительный анализ и критерии выбора.

28. Время ответа и время ожидания как характеристики качества обслуживания параллельных систем и их влияние на эффективность решения задач.

29. Показатели надёжности и готовности параллельных систем: коэффициент готовности, MTBF, MTTR, их содержание и методы оценки.

30. Оценка потенциальных возможностей параллельной системы по осуществимости решения задач: критерии, методы и практические аспекты анализа.

31. Анализ обслуживания потока задач на параллельной системе через модели массового обслуживания и дисциплины планирования.

32. Оценка потерь при обслуживании параллельной системы потоком задач: задержки, простои, перегрузки и методы их минимизации.

33. Методы оптимизации загрузки параллельной системы: балансировка нагрузки, динамическое распределение ресурсов, энергоэффективные стратегии.

34. Современные подходы к оценке производительности для систем искусственного интеллекта и обработки больших данных (MLPerf, AI-benchmarks) и их отличие от традиционных бенчмарков.

35. Практические аспекты оценки производительности при внедрении параллельных систем в экономике и управлении: экономическая эффективность, сроки окупаемости, критерии выбора архитектуры.

7.2. Критерии оценки промежуточной аттестации:

Критерии оценки на экзамене/дифференцированном зачете

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Оценка «отлично» проставляется в случае, если студент глубоко и прочно усвоил материал; последовательно и логически стройно излагает материал; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с заданиями, вопросами и другими видами применения знаний; правильно обосновывает принятое решение. Учебные достижения в семестровый период и результаты текущего контроля демонстрируют высокую степень овладения программным материалом; сумма набранных баллов	Оценка «хорошо» проставляется в случае, если студент твердо знает материал; грамотно и по существу излагает ответы на поставленные вопросы, не допуская существенных неточностей; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Учебные достижения в семестровый период и результаты текущего контроля демонстрируют хорошую степень овладения программным материалом; сумма	Оценка «удовлетворительно» проставляется в случае, если студент имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушая логические последовательности при изложении программного материала; испытывает затруднения при выполнении практических заданий. Учебные достижения в семестровый период и результаты текущего контроля демонстрируют достаточную (удовлетворительную) степень овладения	Оценка «неудовлетворительно» проставляется в случае, если студент не имеет знания основного материала, не усвоил его деталей; допускает грубые ошибки в формулировках, нарушая логические последовательности при изложении программного материала; испытывает затруднения при выполнении практических заданий. Учебные достижения в семестровый период и результаты текущего контроля демонстрируют недостаточную (неудовлетворительную) степень овладения

составляет от 85 до 100 баллов	набранных баллов составляет от 70 до 84 баллов.	пень овладения программным материалом; сумма набранных баллов составляет от 52 до 69 баллов.	программным материалом; сумма набранных баллов составляет 51 и меньше.
--------------------------------	---	--	--

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература:

Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий openmp, cuda, opencl, mpi : учебник для вузов / А. А. Малявко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 135 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14116-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/585284> (дата обращения: 13.08.2026).

Земляная, Е. В. Введение в параллельное программирование на основе технологий MPI и OpenMP : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Информатика и вычислительная техника», «Программная инженерия», «Фундаментальная информатика и информационные технологии», «Информационные системы и технологии», «Прикладная математика и информатика», «Автоматизация технологических процессов и производств» (бакалавриат) / Е. В. Земляная, М. В. Башахин. Дубна : Университет "Дубна", 2023. 102 с. ISBN 978-5-89847-696-0. EDN ODENAR.

8.2. Дополнительная литература:

Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учебник и практикум для вузов / В. Е. Зализняк. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 356 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02714-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/582717> (дата обращения: 13.08.2026).

Немнюгин, С. А. Основы параллельного программирования : учебно-методическое пособие / С. А. Немнюгин ; С. А. Немнюгин ; Санкт-Петербургский гос. ун-т, Физический фак., Каф. вычислительной физики. Санкт-Петербург : Соло, 2007. 103 р. ISBN 978-5-98340-090-0. EDN QMTXXV.

Стуколов, С. В. Параллельное программирование : практикум / С. В. Стуколов. Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2020. 273 с. EDN IFLAQD.

8.3. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

1. Консультант+ (лицензионное программное обеспечение отечественного производства)
2. <http://www.garant.ru>
3. <https://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (ресурсы открытого доступа)
4. <https://www.rsl.ru> - Российская Государственная Библиотека (ресурсы открытого доступа)
5. <http://window.edu.ru> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
6. <https://openedu.ru> - «Национальная платформа открытого образования» (ресурсы открытого доступа)

8.4. Перечень программного обеспечения

Операционная система Windows;

Microsoft Office;
 Антивирус Kaspersky.
 ASTRALinux (<https://astralinux.ru/products/>)
 LibreOffice (<https://ru.libreoffice.org/>)
 P7-Офис (<https://r7-office.ru/>)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Реализация программы предполагает наличие учебных кабинетов:

лекционная аудитория, оборудованная видеопроекционной аппаратурой, экраном, компьютером;

кабинет для практических занятий (компьютерный класс), имеющий видеопроекционную аппаратуру с возможностью подключения к ПК, экран, персональные компьютеры с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети Internet.

10. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОСТУПНОСТИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Условия организации и содержание обучения и контроля знаний обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) определяются программой дисциплины, адаптированной при необходимости для обучения указанных обучающихся.

Организация обучения, текущей и промежуточной аттестации студентов с ОВЗ осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся. Исходя из психофизического развития и состояния здоровья студентов с ОВЗ, организуются занятия совместно с другими обучающимися в общих группах, используя социально-активные и рефлексивные методы обучения создания комфортного психологического климата в студенческой группе или, при соответствующем заявлении такого обучающегося, по индивидуальной программе, которая является модифицированным вариантом основной рабочей программы дисциплины. При этом содержание программы дисциплины не изменяется. Изменяются, как правило, формы обучения и контроля знаний, образовательные технологии и учебно-методические материалы.

Обучение студентов с ОВЗ также может осуществляться индивидуально и/или с применением элементов электронного обучения. Электронное обучение обеспечивает возможность коммуникаций с преподавателем, а также с другими обучаемыми посредством вебинаров (например, с использованием программы Skype), что способствует сплочению группы, направляет учебную группу на совместную работу, обсуждение, принятие группового решения. В образовательном процессе для повышения уровня восприятия и переработки учебной информации студентов с ОВЗ применяются мультимедийные и специализированные технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для обучающихся с различными нарушениями, обеспечивается выпуск альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт), электронных образовательных ресурсов в формах, адаптированных к ограничениям здоровья обучающихся, наличие необходимого материально-технического оснащения. Подбор и разработка учебных материалов производится преподавателем с учетом того, чтобы обучающиеся с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения аудиально (например, с использованием программ-синтезаторов речи).

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся лиц с ОВЗ оценочные средства по дисциплине, позволяющие оценить достижение ими результатов обучения и уровень сформированности компетенций, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины, адаптируются для лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме

тестирования и т.п.). При необходимости обучающимся предоставляется дополнительное время для подготовки ответа при прохождении всех видов аттестации.

Особые условия предоставляются обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья на основании заявления, содержащего сведения о необходимости создания соответствующих специальных условий.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Методические рекомендации по изучению дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте кафедры, с графиком консультаций преподавателей данной кафедры.

Советы по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины. Рекомендуемое распределение времени на изучение дисциплины указано в разделе «Структура и содержание дисциплины». В целях более плодотворной работы в семестре студенты также могут ознакомиться с планом дисциплины, составленным преподавателем как для лекционных, так и для практических занятий.

«Сценарий» изучения дисциплины. «Сценарий» изучения дисциплины студентом подразумевает выполнение им следующих действий:

- ознакомление с целями и задачами дисциплины;
- ознакомление с требованиями к знаниям и навыкам студента;
- первичное ознакомление с разделами и темами дисциплины;
- ознакомление с распределением времени на изучение дисциплины;
- ознакомление со списками рекомендуемой основной и дополнительной литературы по дисциплине;
- углублённое ознакомление с разделами и темами дисциплины;
- предварительный охват на основе рекомендуемой литературы круга вопросов, актуальных для конкретного занятия;
- самостоятельная проработка основного круга вопросов как каждого последующего, так и каждого предыдущего занятия в свободное время между занятиями по дисциплине;
- присутствие и творческое участие на лекционных и семинарских / практических занятиях;
- выполнение требований планового текущего и итогового контроля;
- уточнение возникающих вопросов на консультации по дисциплине;
- непосредственная подготовка к экзамену по дисциплине на основе выданных преподавателем вопросов к экзамену.

11.2. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс)

Студентам необходимо:

перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;

перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, если разобраться в материале опять не удалось, то обратиться к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

11.3. Рекомендации по подготовке к практическим (семинарским) занятиям

Студентам следует:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и нормативно-правовые акты и материалы правоприменительной практики;

теоретический материал следует соотносить с правовыми нормами, так как в них могут быть внесены изменения, дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

11.4. Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных домашних заданий

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы.

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны выполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД;

выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы;

при подготовке к промежуточной аттестации параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.