

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт информационных технологий и интеллектуальных систем



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Основы параллельных и распределенных вычислений

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Цифровая аналитика и инженерия данных

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## **Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Шемахин А.Ю. (Кафедра радиофизики, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), ashemakhin@yandex.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-8	Владение навыками использования различных технологий разработки программного обеспечения

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Основные концепции и парадигмы параллельных и распределенных вычислений

Архитектуры многопроцессорных и распределенных систем

Модели параллелизма: потоки, процессы, асинхронные операции

Основные алгоритмы и методы разработки параллельных программ

Механизмы синхронизации и взаимодействия между потоками/процессами

Основы распределенных систем и сетевого взаимодействия

Технологии: OpenMP, MPI, CUDA, распределенные фреймворки

Проблемы и методы отладки параллельного кода (deadlock, race condition)

Производительность и масштабируемость параллельных приложений

Отечественные решения в области высокопроизводительных вычислений

Должен уметь:

Разрабатывать параллельные программы с использованием потоков и процессов

Применять различные технологии параллелизма (OpenMP, MPI, CUDA)

Оптимизировать параллельный код для лучшей производительности

Работать с распределенными системами и их инструментами

Использовать инструменты профилирования и отладки параллельных программ

Выбирать подходящую технологию параллелизма для конкретной задачи

Разрабатывать масштабируемые и отказоустойчивые приложения

Должен владеть:

Практическими навыками разработки многопоточных приложений

Навыками работы с API параллелизма (Pthread, OpenMP, MPI)

Опытом использования CUDA для GPU программирования

Навыками разработки распределенных приложений

Знанием инструментов отладки и профилирования (GDB, Valgrind, Gprof)

Способностью анализировать производительность параллельных систем

Опытом работы с системами высокопроизводительных вычислений

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.05 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.04 "Программная инженерия (Цифровая аналитика и инженерия данных)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

## **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре.

## **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

### **4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- сто- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение в параллельные и распределенные вычисления	5	2	0	4	0	0	0	4
2.	Тема 2. Архитектуры многопроцессорных и распределенных систем	5	2	0	4	0	0	0	4
3.	Тема 3. Модели и парадигмы параллелизма. Потоки и процессы	5	2	0	6	0	0	0	6
4.	Тема 4. Синхронизация и взаимодействие потоков	5	2	0	6	0	0	0	6
5.	Тема 5. OpenMP: параллелизм на уровне многоядерных процессоров	5	2	0	6	0	0	0	6
6.	Тема 6. MPI: параллелизм на уровне кластеров	5	2	0	4	0	0	0	4
7.	Тема 7. GPU программирование. CUDA	5	2	0	4	0	0	0	4
8.	Тема 8. Основы распределенных систем и отказоустойчивость	5	2	0	2	0	0	0	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само-стое-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме		
9.	Тема 9. Производительность, оптимизация и отладка параллельных программ 5	5	2	0	0	0	0	0	0	
	Итого		18	0	36	0	0	0	36	

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение в параллельные и распределенные вычисления

Определение параллельных и распределенных вычислений. История развития: от последовательных к параллельным вычислениям. Закон Амдала и его влияние на параллельные системы. Классификация систем по Флинну (SISD, SIMD, MISD, MIMD). Мотивация для параллелизма: производительность, масштабируемость, надежность. Типы параллелизма: данные, задачи, трубопровод. Основные вызовы: синхронизация, коммуникация, балансировка нагрузки. Метрики производительности: ускорение, эффективность, масштабируемость.

##### Тема 2. Архитектуры многопроцессорных и распределенных систем

Многопроцессорные системы: shared memory (SMP), distributed memory (DM), hybrid. Иерархия памяти и кэширование. Когерентность кэша: протоколы write-invalidate и write-update. Память распределенная: основные концепции. Сетевые топологии: шина, сетка, тор, гиперкуб. Системы высокопроизводительных вычислений (HPC): кластеры, grid, облако. Отечественные суперкомпьютеры и их архитектура.

##### Тема 3. Модели и парадигмы параллелизма. Потоки и процессы

Процессы и потоки: отличия и применение. Легкие потоки (kernel-level) и зеленые потоки (user-level). Планирование потоков: preemptive vs cooperative. Контекстное переключение и его стоимость. Модели параллелизма: fork-join, pipeline, data-parallel, map-reduce. Функциональное и объектно-ориентированное параллельное программирование. Асинхронное программирование: future, promise, callback, async-await.

##### Тема 4. Синхронизация и взаимодействие потоков

Race condition и критические секции. Взаимное исключение (mutex): типы и реализация. Семафоры и мониторы. Условные переменные. Проблема производителя-потребителя. Deadlock: условия возникновения, обнаружение, предотвращение. Livelock и starvation. Барьеры синхронизации. Атомарные операции и lock-free программирование. Моделирование и верификация параллельных программ.

##### Тема 5. OpenMP: параллелизм на уровне многоядерных процессоров

Основные директивы OpenMP: parallel, for, sections, critical. Распределение работы между потоками. Управление данными: shared, private, firstprivate, lastprivate. Редукция. Вложенный параллелизм. Синхронизация в OpenMP: barrier, atomic, ordered. Оптимизация для многоядерных систем. Программирование на GPU с использованием OpenMP offloading.

##### Тема 6. MPI: параллелизм на уровне кластеров

Основы MPI (Message Passing Interface). Процессы и коммуникаторы. Точка-в-точка коммуникация: блокирующая и неблокирующая. Коллективная коммуникация: broadcast, gather, scatter, reduce. Топологии MPI. Deadlock в MPI и его избежание. Производительность MPI: latency, bandwidth. Отчисление сообщений. Проектирование параллельных алгоритмов для MPI.

##### Тема 7. GPU программирование. CUDA

Архитектура NVIDIA GPU: потоки, блоки, сетки, иерархия памяти. Модель программирования CUDA. Kernels и их запуск. Управление памятью на GPU. Копирование данных между хост и девайсом. Оптимизация: coalescing memory access, занятость (occupancy). Синхронизация в CUDA. Unified Memory. Отладка CUDA программ. Применение CUDA для ускорения научных приложений

##### Тема 8. Основы распределенных систем и отказоустойчивость

Распределенные системы: определение, характеристики, вызовы. Модели отказов: fail-stop, Byzantine. Консенсус в распределенных системах. Репликация: полная и парциальная. Протоколы репликации: primary-backup, quorum. Распределенные транзакции и ACID свойства. Отказоустойчивые алгоритмы и их верификация. Облачные системы и их надежность.

##### Тема 9. Производительность, оптимизация и отладка параллельных программ 5

Профилирование параллельных приложений. Инструменты: Valgrind, gprof, TAU, Intel VTune. Выявление узких мест и bottleneck'ов. Оптимизация на уровне алгоритма и кода. Балансировка нагрузки: статическая и динамическая. Масштабируемость: сильная и слабая. Обнаружение и исправление ошибок: race condition, deadlock. Техники отладки: instrumentation, logging, model checking. Тестирование параллельного кода.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Научная библиотека им. Н.И. Лобачевского КФУ - <https://library.kfu.ru/rus/el-resources/>

Портал "КФУ: Электронное образование" - <https://edu.kfu.ru/>

Электронная библиотечная система "Лань" - <https://e.lanbook.com/>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

<b>Вид работ</b>	<b>Методические рекомендации</b>
лекции	Лекции дают теоретическую основу по параллельным и распределенным вычислениям. Перед лекцией: ознакомьтесь с названием темы, проглядите основные понятия в литературе. На лекции: ведите конспект, отмечайте ключевые определения, алгоритмы и парадигмы. Обращайте внимание на примеры реальных приложений. Задавайте вопросы по непонятным моментам. После лекции: пересмотрите конспект в течение дня, дополните его информацией из литературы, составьте краткое резюме основных концепций.
практические занятия	Практические занятия - основная форма контактной работы. На них вы получаете практические навыки разработки параллельных программ. Перед занятием: изучите теоретический материал соответствующей лекции, посмотрите примеры кода, убедитесь, что у вас установлены необходимые компиляторы и библиотеки (OpenMP, MPI, CUDA SDK). На занятии: преподаватель продемонстрирует основные техники и примеры, затем вы работаете самостоятельно над практическими заданиями. Пишите код с комментариями, тестируйте на различных входных данных. Используйте инструменты отладки при возникновении ошибок. При возникновении трудностей: проверьте синтаксис кода, изучите логи ошибок, обратитесь к документации или Stack Overflow, обсудите проблему с однокурсниками. Сохраняйте ваш код в версионной системе
самостоятельная работа	Самостоятельная работа включает углублённое изучение теории, выполнение практических заданий, разработку проектов. Рекомендуемый алгоритм: (1) ознакомьтесь с конспектом лекции и пройденным материалом на практических занятиях; (2) изучите соответствующие разделы в рекомендованной литературе и официальной документации; (3) выполняйте дополнительные упражнения и примеры из учебников; (4) разрабатывайте собственные параллельные программы для решения задач (сортировка, поиск, умножение матриц и т.д.); (5) оптимизируйте ваш код, используя профилирование и анализ производительности; (6) тестируйте на различных размерах данных и количествах потоков.
экзамен	Экзамен оценивает степень освоения компетенции ПК-8. Подготовка: повторите все девять тем дисциплины, составьте краткие конспекты с определениями, алгоритмами и примерами; решите практические задачи (напишите простые параллельные программы, проанализируйте производительность). Формат: экзамен может проводиться в письменной форме с практической частью. Типовые вопросы касаются концепций параллелизма, технологий (OpenMP, MPI, CUDA), синхронизации, производительности. Практическая часть: написание фрагмента параллельного кода, анализ проблем (race condition, deadlock). Демонстрируйте: понимание основных концепций и парадигм; знание различных технологий и их применения; умение выбирать подходящую технологию для задачи; навыки отладки и оптимизации; знакомство с отечественными высокопроизводительными вычислениями. Ответ должен быть логичным, аргументированным, полным, применяющим правильную терминологию. Решайте практические задачи четко, с объяснением логики.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачётке или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 09.03.04 "Программная инженерия" и профилю подготовки "Цифровая аналитика и инженерия данных".

*Приложение 2*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
*Б1.В.05 Основы параллельных и распределенных вычислений*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Цифровая аналитика и инженерия данных

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Богачёв, К. Ю. Основы параллельного программирования : учебное пособие / К. Ю. Богачёв. - 5-е эл.изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2024. - 345 с. - ISBN 978-5-93208-802-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/458324> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Карепова, Е. Д. Основы многопоточного и параллельного программирования: учебное пособие / Карепова Е.Д. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2016. - 356 с. - ISBN 978-5-7638-3385-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/966962> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Немлюгин, С. А. Модели и средства программирования для многопроцессорных вычислительных систем: учебное пособие / Немлюгин С. А. - Москва : Национальный Открытый Университет 'ИНТУИТ', 2016. - 189 с. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/intuit\\_151.html](https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_151.html) (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа : по подписке.
4. Топорков, В. В. Модели распределенных вычислений : монография / В. В. Топорков. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 320 с. - ISBN 5-9221-0495-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2339> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Кузнецов, А. С. Теория вычислительных процессов : учебник / А. С. Кузнецов, Р. Ю. Царев, А. Н. Князьков. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. - 184 с. - ISBN 978-5-7638-3193-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549796> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа : по подписке.
2. Немцова, Т. И. Программирование на языке высокого уровня. Программирование на языке C++ : учебное пособие / Т.И. Немцова, С.Ю. Голова, А.И. Терентьев ; под ред. Л.Г. Гагариной. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. - 512 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0699-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1916204> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Каницдал, С. А. Алгоритмизация и программирование : учебное пособие / С. А. Каницдал. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. - 352 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0727-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1189320> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа : по подписке.

*Приложение 3*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
*Б1.В.05 Основы параллельных и распределенных вычислений*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая  
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Цифровая аналитика и инженерия данных

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.