

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

Распределенные вычисления и приложения

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): старший преподаватель, б/с Лукьяничева Е.О. (Кафедра программной инженерии, Институт информационных технологий и интеллектуальных систем), EOLukyanicheva@kpfu.ru ; доцент, к.и.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-7	Владение навыками использования операционных систем, сетевых технологий, средств разработки программного интерфейса, применения языков и методов формальных спецификаций, систем управления базами данных

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Обучающийся должен знать:

1. Архитектуры параллельных и распределённых вычислительных систем, включая классификацию Флинна, особенности систем с общей и распределённой памятью, аппаратную многопоточность, принципы когерентности кэша.
2. Основные принципы параллелизации алгоритмов, включая методологию Фостера, виды параллелизма (по данным, функциональный), основы построения параллельных программ.
3. Программные модели и принципы работы технологий OpenMP, MPI, CUDA и OpenCL, включая иерархию памяти, модель исполнения, способы взаимодействия потоков и процессов.
4. Механизмы синхронизации и коммуникации в системах с общей и распределённой памятью: критические секции, барьеры, замки, коллективные операции MPI, операции редукции.
5. Основы оптимизации параллельных программ, включая устранение ложного разделения, оптимизацию доступа к памяти, разбиение вычислений и данных.
6. Методы анализа производительности параллельных приложений, включая оценку ускорения, эффекта распараллеливания и масштабируемости.

Должен уметь:

Обучающийся должен уметь:

1. Проектировать параллельные алгоритмы для задач вычислительной математики, анализа данных и инженерных приложений, выбирать оптимальные стратегии параллелизации.
2. Разрабатывать и оптимизировать программы с использованием OpenMP, в том числе распределять итерации циклов, управлять областью видимости переменных, применять механизмы синхронизации и редукции.
3. Создавать приложения на MPI, организовывать обмен сообщениями, использовать коммуникаторы, коллективные операции и производные типы данных.
4. Программировать вычисления на графических ускорителях с использованием CUDA, включая разработку ядер, настройку сетки потоков, работу с памятью различных уровней и оптимизацию вычислений.
5. Разрабатывать приложения OpenCL, настраивать вычислительные устройства, формировать группы потоков, работать с буферами памяти и ядрами.

6. Проводить анализ производительности и отладку параллельных приложений, выявлять узкие места, сравнивать различные подходы к распараллеливанию.

7. Использовать гибридные подходы (MPI + OpenMP) для построения масштабируемых параллельных приложений на гетерогенных кластерных системах.

Должен владеть:

Обучающийся должен владеть:

1. Практическими навыками разработки параллельных программ на OpenMP, MPI, CUDA и OpenCL, включая написание, компиляцию и запуск программ в многопроцессорных и многопоточных средах.

2 Навыками организации вычислений на кластерах и GPU, включая разбиение данных, управление взаимодействием процессов и потоков, эффективное использование ресурсов вычислительных систем.

3. Методами оптимизации параллельных приложений, включая настройку параметров исполнения, выбор оптимальных схем распределения работ и взаимодействия.

4. Навыками анализа и сравнения параллельных архитектур и моделей вычислений, выбора подходящих технологий под конкретные задачи.

5. Методами диагностики и устранения ошибок параллельного программирования, связанных с гонками данных, синхронизацией, памятью и межпроцессным взаимодействием.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.04 "Программная инженерия (Цифровая аналитика и инженерия данных)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 6 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 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 72 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 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- стоя- 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	
1.	Тема 1. Тема 1. Основные методы параллелизации алгоритмов	6	0	0	4	0	0	0	10
2.	Тема 2. Тема 2. Оптимизация параллельных вычислений с использованием технологии OpenMP	6	0	0	4	0	0	0	10

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		
3.	Тема 3. Тема 3. Оптимизация параллельных вычислений с использованием технологии MPI	6	0	0	4	0	0	0	10	
4.	Тема 4. Тема 4. Гибридная параллелизация с использованием MPI и OpenMP	6	0	0	4	0	0	0	10	
5.	Тема 5. Тема 5. Технология Nvidia CUDA	6	0	0	28	0	0	0	16	
6.	Тема 6. Тема 6. Технология OpenCL	6	0	0	28	0	0	0	16	
	Итого		0	0	72	0	0	0	72	

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Основные методы параллелизации алгоритмов

Архитектура фон Неймана. Процессы, подпроцессы, многозадачность. Модификации модели фон Неймана. Кэш. Виртуальная память. Параллелизм на уровне инструкций. Многопоточность на уровне аппаратного обеспечения. Классификация Флинна. Системы SIMD. Системы MIMD. Взаимосоединение сетей. Когерентность кэша. Разделяемая память и распределенная память. Таксономия Флинна. Основные параллельные архитектуры. Параллельность по данным и функциональная параллельность. Метод параллелизации алгоритмов Фостера. Примеры параллелизации алгоритмов.

Тема 2. Тема 2. Оптимизация параллельных вычислений с использованием технологии OpenMP

Системы с общей памятью. Оптимизация доступа к памяти при помощи OpenMP. Синхронизация потоков OpenMP. Параллелизация и оптимизация задачи с использованием OpenMP. Компиляция и запуск OpenMP-программ. Формула трапеции в OpenMP. Область видимости переменных. Условие редукции. Сортировки в OpenMP. Передача сообщений. Критические секции и замки. Кэш, когерентность кэша и ложное разделение. Безопасность подпроцессов.

Тема 3. Тема 3. Оптимизация параллельных вычислений с использованием технологии MPI

Системы с раздельной памятью. Организация коллективного взаимодействия и синхронизация в MPI. Параллелизация и оптимизация задачи с использованием MPI. Компиляция и запуск MPI-программ. Коммуникаторы. Программы SPMD. Отправление и получение сообщений. Примеры программ: численное интегрирование. Коллективная коммуникация. Производные типы данных MPI. Анализ быстродействия MPI-программ. Параллельные алгоритмы сортировки.

Тема 4. Тема 4. Гибридная параллелизация с использованием MPI и OpenMP

Гетерогенные кластерные системы. Грубая и тонкая параллелизация. Реализация гибридного параллельного алгоритма. Поиск по дереву. Рекурсивный поиск в глубину. Нерекурсивный поиск в глубину. Структуры данных для последовательных реализаций. Быстродействие последовательных реализаций. Параллельный поиск поддереву. Реализация в OpenMP. Реализация в MPI и статическое разбиение. Реализация в MPI и динамическое разбиение.

Тема 5. Тема 5. Технология Nvidia CUDA

Введение в программирование на графических ускорителях. Архитектура GPU Nvidia. Программная модель CUDA. Иерархия памяти CUDA. Работа на нескольких ускорителях в CUDA. Оптимизация параллельных алгоритмов для CUDA. Прикладные библиотеки CUDA для параллельного программирования на ускорителях. Решение задач с использованием технологии Nvidia CUDA.

Тема 6. Тема 6. Технология OpenCL

Архитектура GPU AMD. Программная модель OpenCL. Иерархия памяти OpenCL. Работа на нескольких ускорителях в OpenCL. Структура OpenCL программ. Группы процессов и их конфигурация. Прикладные библиотеки OpenCL для параллельного программирования на ускорителях. Решение задач с использованием технологии OpenCL.

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 №14-55-996бин/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

Программирование на MPI - <https://computing.llnl.gov/tutorials/mpi/>

Программирование на OpenMP - <http://openmp.org/mp-documents/omp-hands-on-SC08.pdf>

Технология Nvidia CUDA - <http://docs.nvidia.com/cuda/cuda-c-programming-guide>

Технология OpenCL - <http://handsonopencl.github.io/>

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)

Программирование на MPI - <https://computing.llnl.gov/tutorials/mpi/>

Программирование на OpenMP - <http://openmp.org/mp-documents/omp-hands-on-SC08.pdf>

Технология Nvidia CUDA - <http://docs.nvidia.com/cuda/cuda-c-programming-guide>

Технология OpenCL - <http://handsonopencl.github.io/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Для подготовки к практическим занятиям студенту рекомендуется предварительно прорабатывать как лекционный материал, так и материал предыдущих практических занятий. Основой для подготовки служит добросовестное выполнение домашнего задания. После изучения теоретического материала следует приступить к решениям задач по данной теме. Для многих задач курса существуют алгоритмы для их решения. В случае существования алгоритма решения задачи, необходимо разобрать все шаги работы этого алгоритма, обосновать, почему он останавливается через конечное число шагов, и почему он дает необходимый результат. После этого при решении задач данного типа необходимо чётко следовать этому алгоритму.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов состоит из двух основных частей - проработка лекционного материала и выполнения домашних заданий. Для освоения теоретического и практического материала, в случае, когда конспектов оказывается недостаточным, или для более детальной проработки отдельных тем рекомендуется использовать литературу, указанную в соответствующем разделе. Все возникающие вопросы рекомендуется заранее четко сформулировать и впоследствии обсудить с преподавателем.
экзамен	Залогом успешной сдачи экзамена является работа в течение всего семестра. Непосредственную подготовку к экзамену рекомендуется разделить на два этапа. На первом этапе прорабатываются все экзаменационные вопросы и формулируются вопросы к преподавателю в рамках консультации по разделам, недостаточно подробно описанным в рамках лекционного курса или более трудным в освоении материала. После консультации происходит окончательная проработка и закрепление материала по всем экзаменационным вопросам.

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 зачёте 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.ДВ.03.04 *Распределенные вычисления и приложения*

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. Зорин, А. В. Методы Монте-Карло для параллельных вычислений : учебное пособие / Зорин А. В. , Федоткин М. А. - Москва : Издательство Московского государственного университета, 2013. - 192 с. (Серия 'Суперкомпьютерное образование') - ISBN 978-5-211-06530-7. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211065307.html> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа : по подписке.
2. Федотов, И. Е. Параллельное программирование. Модели и приемы : практическое пособие / И. Е. Федотов. - Москва : СОЛООН-Пресс, 2020. - 390 с. - (Серия 'Библиотека профессионала'). - ISBN 978-5-91359-222-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1858781> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Гримм, Р. Параллельное программирование на современном C++ / Р. Гримм; пер. с англ. В. Ю. Винника. - Москва : ДМК Пресс, 2022. - 616 с. - ISBN 978-5-97060-957-6. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970609576.html> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа : по подписке.

Дополнительная литература:

- 1.Максимов, Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем : учебник / Н.В. Максимов, Т.Л. Партика, И.И. Попов. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2024. - 511 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-511-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2083334> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
- 2.Филиппов, Ф. В. Многоядерные процессоры и параллельное программирование : учебное пособие / Ф. В. Филиппов, А. Н. Губин. - Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2013. - 99 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/180060> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Лупин, С. А. Технологии параллельного программирования : учебное пособие / С.А. Лупин, М.А. Посыпкин. - Москва : ИД 'ФОРУМ' : ИНФРА-М, 2021. - 206 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0853-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1189950> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.04 *Распределенные вычисления и приложения*

**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 "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.