

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 распределенных вычислений

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Разработка цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий)

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): лаборант-исследователь Будревич А.Д. (Институт информационных технологий и интеллектуальных систем, КФУ), AnDBudrevich@kpfu.ru ; 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:

- Основы технологий распределенных вычислений (MPI, CUDA)
- Принципы высокопроизводительных вычислений (HPC)
- Численные методы решения систем уравнений
- Возможности пакетов для распределенных вычислений (COMSOL, Mathematica, MATLAB, Ansys, OpenFOAM)
- Методы оценки производительности параллельных алгоритмов

Должен уметь:

- Разрабатывать параллельные алгоритмы с использованием MPI и CUDA
- Применять численные методы для решения прикладных задач
- Использовать среды разработки и инструменты для распределенных вычислений
- Оценивать и сравнивать производительность вычислений

Должен владеть:

- Навыками программирования на C/C++ или Python с использованием библиотек MPI и CUDA
- Методами разработки решателей для систем уравнений
- Инструментами анализа производительности параллельных приложений

Должен демонстрировать способность и готовность:

- Применять распределенные вычисления для решения прикладных задач
- Анализировать и оптимизировать производительность вычислений
- Работать с современными пакетами для моделирования и вычислений

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.18 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.04 "Программная инженерия (Разработка цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий))" 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	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме		
1.	Тема 1. Тема 1. Введение в распределенные вычисления. Технология MPI	5	4	0	6	3	0	0	6	
2.	Тема 2. Тема 2. Технология CUDA. Основы программирования на GPU	5	4	0	6	3	0	0	6	
3.	Тема 3. Тема 3. Численные методы решения систем уравнений	5	4	0	6	3	0	0	6	
4.	Тема 4. Тема 4. Пакеты НРС: COMSOL, MATLAB, OpenFOAM и др	5	3	0	6	3	0	0	6	
5.	Тема 5. Тема 5. Разработка решателя для прикладной задачи	5	3	0	12	6	0	0	12	
Итого			18	0	36	18	0	0	36	

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Введение в распределенные вычисления. Технология MPI

В рамках данной темы студенты изучают фундаментальные принципы построения распределенных и параллельных вычислительных систем. Рассматривается модель программирования с передачей сообщений (Message Passing Interface, MPI) как стандарт де-факто для кластерных систем. Студенты осваивают базовые операции MPI: точечные взаимодействия (send/receive), коллективные операции (broadcast, scatter, gather, reduce), работу с коммуникаторами и виртуальными топологиями. Особое внимание уделяется вопросам эффективности и масштабируемости алгоритмов, а также отладке параллельных приложений. Практические задания направлены на создание простейших параллельных программ для решения вычислительных задач.

Тема 2. Тема 2. Технология CUDA. Основы программирования на GPU

Тема посвящена освоению технологий гетерогенных вычислений с использованием графических процессоров (GPU). Студенты знакомятся с архитектурой NVIDIA GPU и вычислительной моделью CUDA. Изучаются основные концепции: иерархия потоков (threads, blocks, grids), модель памяти (глобальная, разделяемая, локальная, текстурная), синхронизация. На практике рассматриваются методы эффективного распараллеливания алгоритмов, подходящих для SIMD-архитектуры, и оптимизации доступа к памяти для достижения максимальной производительности.

Анализируются типовые паттерны параллелизма и их реализация на CUDA.

Тема 3. Тема 3. Численные методы решения систем уравнений

В рамках темы проводится обзор и углубленное изучение численных методов, наиболее востребованных в высокопроизводительных вычислениях. Акцент делается на методах решения систем линейных уравнений (итерационные методы: Якоби, Гаусса-Зейделя, метод сопряженных градиентов) и методов решения дифференциальных уравнений в частных производных (методы конечных разностей и конечных элементов). Студенты учатся анализировать устойчивость, сходимость и вычислительную сложность алгоритмов. Особое внимание уделяется построению и анализу численных схем второго и более высоких порядков точности, а также их применимости для решения прикладных задач математической физики.

Тема 4. Тема 4. Пакеты НРС: COMSOL, MATLAB, OpenFOAM и др

Тема представляет собой обзор современного программного обеспечения для инженерного анализа и научных вычислений. Студенты знакомятся с возможностями и областями применения коммерческих (COMSOL Multiphysics, ANSYS, MATLAB) и открытых (OpenFOAM, FEniCS) пакетов. Рассматриваются встроенные средства этих платформ для распараллеливания расчетов, как на CPU, так и на GPU. Проводится сравнительный анализ эффективности, удобства использования и целесообразности применения того или иного пакета в зависимости от решаемой задачи (моделирование физических процессов, вычислительная гидродинамика, структурный анализ и т.д.).

Тема 5. Тема 5. Разработка решателя для прикладной задачи

Данная тема является интегративной и направлена на консолидацию полученных знаний и навыков. Студенты самостоятельно выбирают прикладную задачу (например, из областей механики сплошных сред, электродинамики, финансового моделирования) и разрабатывают для нее специализированный решатель. Полный цикл работы включает формулировку математической модели, выбор и реализацию численного метода, параллелизацию алгоритма с использованием технологий MPI и/или CUDA, верификацию и валидацию результатов. Завершающим этапом является проведение исследований производительности и масштабируемости созданного программного обеспечения, а также сравнение с существующими аналогами.

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 №14-55-996н/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)

Документация NVIDIA CUDA - <https://docs.nvidia.com/cuda/>

Официальная документация по MPI - <https://www mpi-forum.org/>

Сайт проекта OpenFOAM - <https://www.openfoam.com/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционный материал формирует теоретический фундамент дисциплины. Для его эффективного освоения рекомендуется не просто пассивно прослушивать курс, а вести конспект, фиксируя ключевые концепции, определения и связи между ними. Перед каждой лекцией полезно ознакомиться с планом темы и основными вопросами, которые будут рассмотрены. После занятия необходимо в течение 24 часов провести работу над конспектом: дополнить его, используя рекомендованную литературу, выделить непонятные моменты для последующего clarification на консультациях или в ходе лабораторных работ. Особое внимание следует уделять разбору примеров архитектур параллельных систем и принципов работы с интерфейсами MPI и CUDA, так как их понимание критически важно для последующей практической работы.
практические занятия	Практические занятия в рамках данной дисциплины интегрированы в формат лабораторных работ и направлены на формирование устойчивых навыков параллельного программирования. К каждому занятию необходимо подготовиться: повторить соответствующий лекционный материал и ознакомиться с заданием. В ходе выполнения работы строго придерживайтесь методических указаний, но не бойтесь экспериментировать для более глубокого понимания процессов. Все возникающие ошибки и сбои в работе программ следует тщательно анализировать, фиксируя причины их возникновения и пути решения. Результаты каждой работы (исходный код, конфигурационные файлы, скриншоты) обязательно сохраняйте в репозитории GitHub/GitLab. Это не только дисциплинирует, но и формирует портфолио ваших проектов.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа является ключевым элементом успешного освоения дисциплины и включает в себя изучение дополнительной литературы, подготовку к лабораторным работам и экзамену, а также выполнение индивидуального проекта. Для глубокого понимания технологий MPI и CUDA настоятельно рекомендуется, помимо основного учебника, изучать официальную документацию и тематические ресурсы, такие как Stack Overflow и форумы NVIDIA. Все программные коды, написанные в ходе самостоятельной работы, должны версионироваться с использованием системы Git. Для отработки навыков используйте предоставленные учебные кластеры или настраивайте локальное окружение с помощью Docker-контейнеров с предустановленным ПО. Основной фокус самостоятельной работы должен быть направлен на тщательную проработку этапов индивидуального проекта - от выбора прикладной задачи до анализа производительности готового решателя.
экзамен	Экзамен проводится в устной форме и предназначен для комплексной проверки теоретических знаний и практических навыков, приобретенных в течение семестра. Для успешной подготовки необходимо систематизировать материал всего курса, обратив особое внимание на сравнительный анализ технологий MPI и CUDA, принципы построения численных методов и методы оценки эффективности параллельных алгоритмов. При подготовке используйте не только конспекты лекций, но и свои отчеты по лабораторным работам, в которых отражен практический опыт. Обязательно подготовьте краткий доклад по вашему индивидуальному проекту, включающий постановку задачи, выбранные методы решения, полученные результаты и выводы по производительности. Умение четко и структурированно излагать свои мысли, аргументировать выбор тех или иных технологий и анализировать результаты является не менее важным, чем фактические знания.

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 "Разработка цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий)".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.18 Основы распределенных вычислений*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Разработка цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий)

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 (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, 2024. - 512 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0699-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2083383> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Канцедал, С. А. Алгоритмизация и программирование : учебное пособие / С. А. Канцедал. - 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.18 Основы 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: Разработка цифровых продуктов (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий)

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 "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. Полнотью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.