

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д. А. Таюрский

« 01 » июня 2021 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Распространение и дифракция волн

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

## 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): профессор, д.н. (профессор) Плещинский Н.Б. (Кафедра прикладной математики, отделение прикладной математики и информатики), Nikolai.Pleshchinskii@kpfu.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-2	Управление аналитическими работами и подразделением, управление инфраструктурой разработки и сопровождение требований к системам
ПК-3	Руководство проектированием программного обеспечения

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные принципы построения и исследования математических моделей процессов электрической и магнитной природы;

Должен уметь:

ориентироваться в современных методах решения граничных задач и интегральных уравнений математических моделей электродинамики;

Должен владеть:

теоретическими знаниями о подходах к моделированию физических процессов и анализе математических моделей;

Должен демонстрировать способность и готовность:

навыки решения основных задач теории распространения и дифракции электромагнитных волн, включая разработку численных алгоритмов и их программную реализацию.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.04.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.04 "Прикладная математика (Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 2 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

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

Самостоятельная работа - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 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-тельная 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. Электромагнитное поле.								

## Электромагнитные волны

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
2.	Тема 2. Элементарные волны	2	0	0	0	0	4	0	4
3.	Тема 3. Волноводы и резонаторы с металлическими стенками	2	0	0	0	0	4	0	4
4.	Тема 4. Распределения и преобразование Фурье	2	0	0	0	0	4	0	8
5.	Тема 5. Уравнение Гельмгольца в полуплоскости	2	0	0	0	0	4	0	5
6.	Тема 6. Дифракция электромагнитных волн на металлических лентах	2	0	0	0	0	4	0	7
7.	Тема 7. Дифракция на периодической решетке	2	0	0	0	0	4	0	5
8.	Тема 8. Перегородка в плоском волноводе	2	0	0	0	0	4	0	5
9.	Тема 9. Разветвление плоского волновода	2	0	0	0	0	2	0	6
10.	Тема 10. Планарный диэлектрический волновод	2	0	0	0	0	2	0	6
	Итого		0	0	0	0	36	0	54

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Электромагнитное поле. Электромагнитные волны

Система уравнений Максвелла. Элементы векторного анализа. Материальные уравнения. Энергия электромагнитного поля. Условия сопряжения и граничные условия. Условия на бесконечности (условия излучения). Упрощающие предположения. Гармоническое электромагнитное поле. Метод комплексных амплитуд. Уравнения Максвелла для комплексных амплитуд.

##### Тема 2. Элементарные волны

Декартова система координат. Плоские электромагнитные волны. Параллельная и перпендикулярная поляризация. Отражение и преломление плоской волны на плоской границе раздела сред. Уравнения Максвелла в цилиндрических и в сферических координатах. Цилиндрические электромагнитные волны. Рассеяние плоской волны на цилиндре из диэлектрика. Сферические электромагнитные волны.

##### Тема 3. Волноводы и резонаторы с металлическими стенками

Плоский волновод. Собственные волны плоского волновода TE- и TM-поляризации. Волноводные и затухающие моды. Прямоугольный волновод с металлическими стенками. Собственные волны прямоугольного волновода. Цилиндрический волновод. Прямоугольный резонатор с металлическими стенками. Собственные частоты прямоугольного резонатора.

##### Тема 4. Распределения и преобразование Фурье

Преобразование Фурье: L2-теория. Примеры. Распределения Шварца (обобщенные функции). Операции над распределениями: алгебраические операции, дифференцирование, умножение на бесконечно дифференцируемые функции.

Различие между классической и обобщенной производной. Преобразование Фурье: S'-теория. Преобразование Фурье производных распределения. Примеры. Теорема Винера-Пэли.

##### Тема 5. Уравнение Гельмгольца в полуплоскости

Переопределенная задача Коши для уравнения Гельмгольца в полуплоскости. Метод интегрального преобразования Фурье. Условия на бесконечности. Необходимые и достаточные условия разрешимости переопределенной задачи. Задача сопряжения решений уравнений Гельмгольца в двух полуплоскостях. Явное решение задачи о скачке. Вторая задача о скачке для уравнения Гельмгольца.

##### Тема 6. Дифракция электромагнитных волн на металлических лентах

Постановка задачи дифракции. Метод интегральных тождеств в случае параллельной поляризации электромагнитного поля. Метод интегральных тождеств в случае перпендикулярная поляризация. Метод задачи о скачке, сведение задачи дифракции к интегральным уравнениям. Приближенное решение интегральных уравнений. Метод Галеркина. Задача Зоммерфельда.

#### **Тема 7. Дифракция на периодической решетке**

Парное сумматорное уравнение задачи дифракции электромагнитной волны на бесконечной периодической решетке из проводящих тонких лент. Интегральные уравнения с периодическими ядрами в теории дифракции. Бесконечные системы линейных алгебраических уравнений. Условия разрешимости переопределенной граничной задачи. Интегральные уравнения первого рода и второго рода.

#### **Тема 8. Перегородка в плоском волноводе**

Переопределенные граничные задачи для уравнения Гельмгольца в полуполосе при различной поляризации электромагнитного поля. Постановка задачи дифракции на поперечной тонкой проводящей перегородке в плоском волноводе. Бесконечные системы линейных алгебраических уравнений. Интегральные уравнения задачи дифракции волны на поперечной перегородке.

#### **Тема 9. Разветвление плоского волновода**

Постановка задачи дифракции электромагнитной волны на разветвлении плоского волновода. Метод сшивания: решение бесконечной системы линейных алгебраических уравнений методом прямого обращения и методом вычетов. Парные сумматорные уравнения и их регуляризация методом интегрально-сумматорных тождеств. Вычислительный эксперимент: проверка достоверности результатов счета.

#### **Тема 10. Планарный диэлектрический волновод**

Постановка задачи о собственных волнах (модах) планарного диэлектрического волновода. Моды дискретного спектра и их количество. Численные методы решения характеристического (дисперсионного) уравнения. Моды непрерывного спектра: излучательные моды и моды подложки. Обратная задача о собственных волнах планарного волновода. Восстановление параметров волновода по эффективным показателям преломления мод.

### **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 №14-55-996ин/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

Учебно-методические материалы по дисциплине - [www.abcrnrb.ru](http://www.abcrnrb.ru)

### **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 (модуля).

### 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)

Классическая электродинамика - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=350602>

Команда MS Teams -

<https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ac4dd2ea531ad45e0bec6bebdd83b0d5e%40thread.tacv2/conversations?groupId=1b5>

Сайт ПНБ - <http://www.abcpnb.ru>

Электродинамика -

[http://www.dissland.com/catalog/elektrodinamicheskie\\_modeli\\_slozhnih\\_elektrofizicheskikh\\_ob\\_ektov\\_i\\_effektivnie\\_metodi\\_rasch](http://www.dissland.com/catalog/elektrodinamicheskie_modeli_slozhnih_elektrofizicheskikh_ob_ektov_i_effektivnie_metodi_rasch)

Электродинамика и распространение радиоволн - <http://znanium.com/go.php?id=367972>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	При выполнении лабораторных работ необходимо использовать теоретический материал, делать ссылки на соответствующие теоремы, свойства, формулы и пр. Решение задач излагается подробно и содержит необходимые пояснительные ссылки. Текущие задания на лабораторные работы выдаются каждую неделю на практическом занятии. Индивидуальные домашние задания выдаются на практических занятиях в начале изучения соответствующих тем. Реализация данной дисциплины предполагает как очную, так и дистанционную форму обучения.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Изучение данного курса предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над теоретическим материалом, текстами рекомендованных учебников и учебных пособий; развитие навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса. Студентам следует стремиться к активизации знаний на занятиях по другим естественно-научным дисциплинам, связанным с данным курсом. Основной целью самостоятельных занятий по данному курсу является углубленное изучение основных принципов построения приближенных схем, которые используются при аппроксимации граничных задач для дифференциальных уравнений и интегральных уравнений. При подготовке к каждому занятию необходимо обратиться к учебному пособию. Необходимо также изучить литературу и интернет-источники по данной теме, чтобы уточнить определения, формулировки основных результатов, найти аналоги решаемым задачам и выполняемым упражнениям. При работе с примерами необходимо стремиться не только к узнаванию алгоритма решения каждой конкретной задачи, но и к пониманию цели его употребления в данном контексте, функциональной нагрузки, которой данный пример обладает. Самостоятельная работа по изучению курса предполагает внеаудиторную работу. Этапы выполнения самостоятельных работ: 1. Просмотр учебного пособия и рекомендуемой литературы по теме задания. 2. Составление резюме прочитанной главы соответствующего раздела рекомендуемого теоретического источника или учебника. 3. Выполнение заданий по теме и их комментирование.
экзамен	При подготовке к экзамену обучающемуся рекомендуется составить план процесса подготовки, включающей изучение, повторение, систематизацию, логическую обработку материала, анализ полученной информации с выявлением возможных следствий и неявных свойств объектов, составлением списка возможных дополнительных вопросов и заданий, подготовку к выполнению практических задач по темам дисциплины.

#### 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.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

#### 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 01.04.04 "Прикладная математика" и магистерской программе "Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.04.02 Распространение и дифракция волн

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

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

**Основная литература:**

1. Алешкевич, В. А. Электромагнетизм : учебник / В. А. Алешкевич. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 404 с. - ISBN 978-5-9221-1555-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59683> (дата обращения: 16.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Калашников, С. Г. Электричество : учебное пособие / С. Г. Калашников. - 6-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 624 с. - ISBN 978-5-9221-0900-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59496> (дата обращения: 16.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Крамм, М. Н. Сборник задач по основам электродинамики : учебное пособие / М. Н. Крамм. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 256 с. - ISBN 978-5-8114-1122-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/1541> (дата обращения: 16.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Бредов, М. М. Классическая электродинамика : учебное пособие / М. М. Бредов, В. В. Румянцев, И. Н. Топтыгин. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2003. - 400 с. - ISBN 5-8114-0511-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/606> (дата обращения: 16.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Аплеснин, С. С. Основы электродинамики. Теория, задачи и тесты : учебное пособие / С. С. Аплеснин, Л. И. Чернышова. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 576 с. - ISBN 978-5-8114-2058-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/87725> (дата обращения: 16.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. - 10-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 322 с. - ISBN 978-5-00101-498-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94160> (дата обращения: 16.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.04.02 Распространение и дифракция волн

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

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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.