

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Инженерный институт



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Численные методы технической физики

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Техническая физика

Квалификация выпускника: бакалавр

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. (доцент) Желтухин В.С. (кафедра технической физики и энергетики, Инженерный институт), VZheltuk@kpfu.ru ; Осокин Сергей Игоревич

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
ОПК-6	Способен самостоятельно работать в средах современных операционных систем, наиболее распространенных прикладных программ и программ компьютерной графики
ПК-5	Способностью применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

современные тенденции развития технической физики и информационных технологий;
 применять вычислительную технику для решения практических задач;
 уравнения математической физики, общие и специальные методы их решения, теорию специальных функций, интегральные уравнения, методы моделирования физических процессов.

Должен уметь:

применять методы математической для решения практических задач;
 планировать необходимый численный эксперимент и использовать современные информационные технологии.

Должен владеть:

методами выполнения физико-технических расчетов;
 стандартными пакетами программ компьютерной графики и моделирования.

Должен демонстрировать способность и готовность:

способность самостоятельно работать на компьютере в наиболее распространенных пакетах прикладных программ.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.19 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.01 "Техническая физика (Техническая физика)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2 курсе в 3 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 - 36 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 108 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 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	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
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	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение в математическое моделирование	3	4	0	4	0	0	0	0
2.	Тема 2. Приближенные числа и действия над ними	3	4	0	4	0	0	0	8
3.	Тема 3. Интерполяция функций.	3	4	0	4	0	0	0	8
4.	Тема 4. Численное решение нелинейных уравнений	3	4	0	4	0	0	0	12
5.	Тема 5. Численное решение систем линейных уравнений	3	4	0	4	0	0	0	12
6.	Тема 6. Численное решение систем нелинейных уравнений	3	4	0	4	0	0	0	12
7.	Тема 7. Численное интегрирование	3	2	0	2	0	0	0	12
8.	Тема 8. Численное дифференцирование	3	2	0	2	0	0	0	12
9.	Тема 9. Численные методы решения ОДУ. Задача Коши.	3	2	0	2	0	0	0	8
10.	Тема 10. Численные методы решения ОДУ. Краевая задача	3	2	0	2	0	0	0	8
11.	Тема 11. Разностные схемы для уравнений с частными производными. Устойчивость разностных схем	3	2	0	2	0	0	0	8
4.2 Содержание дисциплины (модуля)									
	Тема 12. Интегральные уравнения и методы оптимизации		2	0	2	0	0	0	8
Простейшие математические модели. Фундаментальные законы природы. Вариационные принципы. Применение аналогий при построении моделей. О численных методах. Иерархический подход к построению моделей. О нелинейности математических моделей. Предварительные выводы о принципах построения математических моделей.									108

Тема 2. Приближенные числа и действия над ними

Дискретизация. Приближенные значения величин. Абсолютная и относительная погрешности. Верные и значащие цифры. Запись приближенных значений. Вычисление погрешностей величин и арифметических действий. Методы оценки погрешности приближенных вычислений. Обусловленность. Вычисление значений простейших функций. О методах вычислений.

Тема 3. Интерполяция функций.

Основные понятия интерполяции. Задача, приводящая к приближению функции. Геометрический смысл интерполирования. Приближение функций интерполяционными полиномами. Погрешность интерполяции. Возможные обобщения приближения функций. Кусочная интерполяция. Среднеквадратичное приближение. Метод сплайнов. Ортогональные многочлены. Интерполяция функций двух переменных.

Тема 4. Численное решение нелинейных уравнений

Численное решение нелинейных уравнений. Методы отделения корней, сканирования, метод деления отрезка пополам, метод хорд, метод Ньютона, метод касательных, метод простых итераций, метод релаксаций, модифицированный метод Ньютона. Графическая интерпретация рассмотренных методов. Погрешности методов.

Тема 5. Численное решение систем линейных уравнений

Численное решение систем линейных уравнений. Вычислительные методы линейной алгебры. Прямые методы. Методы Гаусса, главного элемента, Жордана, прогонки, квадратного корня. Итерационные методы, Якоби, Зейделя, оптимизации параметра. Плохо обусловленные системы. Задачи на собственные векторы и собственные значения. Методы отражения, вращений для эрмитовых матриц. Обусловленность систем линейных алгебраических уравнений. Число обусловленности матрицы. Псевдорешения систем линейных алгебраических уравнений и псевдообратные матрицы. Сингулярное разложение.

Тема 6. Численное решение систем нелинейных уравнений

Формулировка задачи. Метод Ньютона. Алгоритм метода Ньютона. Модификации метода Ньютона. Метод Зейделя. Алгоритм метода Зейделя. Метод простых итераций. Алгоритм метода простых итераций. Погрешности методов. Достоинства и недостатки методов численного решения систем нелинейных уравнений. Сходимость.

Тема 7. Численное интегрирование

Задача численного интегрирования. Методы Ньютона-Котеса. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Метод Симпсона. Семейство методов Ньютона-Котеса. Погрешности квадратурных формул и их устойчивость. Алгоритм Ромберга. Возможности переменного шага. Метод Гаусса. Несобственные интегралы. Многомерные интегралы. Метод Монте - Карло.

Тема 8. Численное дифференцирование

Построение формул для приближенного вычисления производных. Первая производная. Двухточечные методы. Вычисление первых производных по трехточечным схемам. Вычисление производных второго порядка. Вычисление производных третьего порядка. Анализ погрешности. Неустойчивость численного дифференцирования.

Тема 9. Численные методы решения ОДУ. Задача Коши.

Задача Коши для системы уравнений первого порядка, разрешенных относительно производных. Методы Эйлера (явный и неявный). Представление о методах, как о разностных схемах, аппроксимирующих исходную задачу. Анализ погрешности. Модифицированный метод Эйлера предиктор - корректор, Метод Рунге - Кутты. Представление о многошаговых методах, методы Адамса. Метод Милна, метод Пикара, специальные методы. Интегрирование уравнений второго и высших порядков.

Тема 10. Численные методы решения ОДУ. Краевая задача

Численное решение краевых задач. Линейный случай: непосредственная аппроксимация исходной задачи, сведение ее к последовательности задач Коши. Нелинейные задачи: прогонка с итерациями (для уравнений второго порядка), метод "стрельбы". Разностные схемы для обыкновенных дифференциальных уравнений. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Теорема о сходимости численного решения к решению исходной задачи. Элементы теории разностных уравнений. Примеры аналитических решений разностных задач.

Тема 11. Разностные схемы для уравнений с частными производными. Устойчивость разностных схем

Модельные уравнения (переноса, теплопроводности, Пуассона). Эволюционные задачи, типичные формулировки задач для уравнений переноса и теплопроводности. Аппроксимация. Примеры разностных схем для модельных задач. Явные и неявные схемы. Интегро - интерполяционный метод построения разностных схем, аппроксимирующих законы сохранения.

Устойчивость линейных разностных схем. Устойчивость по начальным данным, правым частям, краевым условиям. Примеры анализа устойчивости простейших схем. Метод гармоник. Принцип "замороженных коэффициентов". Конструирование явной схемы для системы гиперболических уравнений. Пример исследования устойчивости нелинейной схемы.

Тема 12. Интегральные уравнения и методы оптимизации

Численные методы решения интегральных уравнений. Метод регуляризации решения линейных интегральных уравнений первого рода, алгоритм нахождения приближенных решений. Поиск экстремума, одномерная и многомерная оптимизация. Методы решений уравнений Вольтерра 2 рода. Методы решения уравнений Фредгольма 2 рода.

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)

Реферат: Численные методы линейной алгебры - <http://www.bestreferat.ru/referat-205299.html>

Студентам и школьникам книги численные методы. - http://www.ph4s.ru/book_pc_chisl.html

Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений - <http://pers.narod.ru/study/methods/05.html>

Численные методы решения прикладных задач - http://portal.tpu.ru/departments/kafedra/eafu/obrazovanie/informatika/Tab_met/chisl_metody.pdf

Численные методы решения уравнений. Книга / Учебник. Читать текст... -

<http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=510690>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретического обучения. Поэтому в ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Лекционный материал и предлагаемая преподавателем литература даст систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, раскроет состояния и перспективы развития рассматриваемых вопросов, сконцентрирует внимание студентов на наиболее сложных узловых вопросах, будет стимулировать их активную познавательную деятельность, формировать творческое мышление.
практические занятия	Практические занятия по курсу имеют цель развития у студентов алгоритмического мышления в степени, необходимой для быстрого и полного освоения компьютерных технологий, применяемых в различных предметных областях, а также способности видеть и формулировать задачи новых применений компьютера в будущей профессиональной деятельности.
самостоятельная работа	Наряду с чтением лекций профессорско-преподавательским составом кафедры, изучением основной и дополнительной литературы по курсу студентам рекомендуется проведение самостоятельной работы. Самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью учебной работы и предназначена для достижения следующих целей: - закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков; - подготовка к предстоящим занятиям, зачетам; - формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний. Формами самостоятельной работы студентов являются изучение соответствующей научно-технической литературы, рекомендуемых преподавателями кафедры.
зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

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 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки "Техническая физика".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.19 Численные методы технической физики

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Техническая физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Основная литература:

1. Калиткин, Н. Н. Численные методы: Учебное пособие / Калиткин Н.Н., - 2-е изд., исправленное. - СПб:БХВ-Петербург, 2015. - 587 с. ISBN 978-5-9775-2575-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/944508> (дата обращения: 20.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

2. Пантелеев, А. В. Численные методы. Практикум : учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 512 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-105242-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/652316> (дата обращения: 20.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Колдаев, В. Д. Численные методы и программирование: Учебное пособие / Колдаев В.Д.; Под ред. Гагариной Л.Г. - Москва :ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 336 с. (Профессиональное образование) ISBN 978-5-8199-0333-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546692> (дата обращения: 20.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

2. Мешалкин, В. П. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем: Учебное пособие / В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов, А.Г. Гнаук. - Москва : ИНФРА-М, 2010. - 357 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-16-003818-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/184099> (дата обращения: 20.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

3. Гарнаев, А. Ю. Microsoft Office Excel 2010: разработка приложений : практическое пособие / А. Ю. Гарнаев, Л. В. Рудикова. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. - 521 с. - ISBN 978-5-9775-0042-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/350333> (дата обращения: 20.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.19 Численные методы технической физики*

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

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: Техническая физика

Квалификация выпускника: бакалавр

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 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.