

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Основы робототехники

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): заведующий кафедрой, к.н. Магид Е.А. (Кафедра Интеллектуальной робототехники, Институт информационных технологий и интеллектуальных систем), magid@it.kfu.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-4	Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения, способность формализовать предметную область программного проекта и разработать спецификации для компонентов программного продукта

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные понятия робототехники и областей ее применения;
- текущее состояние робототехники в России и за рубежом;
- принципы использования роботов в промышленности;
- методы представления систем координат в пространстве, используемые в робототехнике, и переходы между системами координат;
- типы сочленений и звеньев манипуляторов;
- описание связей между соседними звеньями манипуляторов при помощи представления Денавита-Хартенберга;
- задачи прямой и обратной кинематики;
- задачи перехода между Cartesian space, Joint space и Actuator space;
- динамика манипуляторов;
- траектория движения манипулятора.

Должен уметь:

- использовать систему координат и робототехнические инструментальные средства;
- уметь строить матрицы трансформаций между различными координатными системами;
- решать задачи прямой и обратной кинематики;
- уметь осуществлять переход между Cartesian space, Joint space и Actuator space;
- строить траекторию движения манипулятора;
- разрабатывать дизайн и конструировать манипулятор при помощи конструктора LEGO;
- разрабатывать программное обеспечение манипулятора при помощи конструктора языка LeJos;
- работать в команде над робототехническим проектом и презентовать проект.

Должен владеть:

- навыками программирования при помощи LeJos;
- культурой мышления;
- способностью к анализу и обобщению;
- готовностью обосновывать принимаемые проектные решения;
- способностью выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности решений.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.01.04 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 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 - 36 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет 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-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. Тема 1. Введение	6	9	0	9	0	0	0	9
2.	Тема 2. Тема 2. Основы кинематики для манипуляторов	6	9	0	9	0	0	0	9
3.	Тема 3. Тема 3. Динамика манипуляторов	6	9	0	9	0	0	0	9
4.	Тема 4. Тема 4. Избранные обзорные темы по робототехническим системам	6	9	0	9	0	0	0	9
	Итого		36	0	36	0	0	0	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Тема 1. Введение

Основные понятия робототехники, историей ее развития в России и других странах, текущая ситуация и перспективы развития робототехнического направления в России и в мире. Подготовка инженерных кадров и популяризации технического образования. Краткий обзор роботизации и перспектив внедрения роботов на отечественных и зарубежных предприятиях. Краткое повторение основ линейной алгебры.

Тема 2. Тема 2. Основы кинематики для манипуляторов

Использование роботов в промышленности. Методы представления систем координат в пространстве, используемые в робототехнике, и переходы между системами координат. Типы сочленений и звеньев манипуляторов. Описание связей между соседними звеньями манипуляторов при помощи представления Денавита-Хартенберга. Задачи прямой и обратной кинематики.

Тема 3. Тема 3. Динамика манипуляторов

Переходы между пространствами Cartesian space, Joint space и Actuator space. Линейная и угловая скорость звеньев манипулятора. Расчет линейной и угловой скорости концевой инструментальной системы из скорости звеньев манипулятора. Построение Якобиана. Сингулярность. Динамика манипуляторов. Ускорение звеньев. Траектория движения манипулятора. Геометрия в расчете траектории.

Тема 4. Тема 4. Избранные обзорные темы по робототехническим системам

Основные принципы робототехники и взаимодействия человека и робота. Стандартизация. Типы мобильных роботов. Базовые понятия топологии для робототехники. Пространство конфигураций. Обзор бортовых и внешних датчиков для робототехнических систем. Введение в избранные обзорные темы по робототехническим системам.

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

CodeBlocks 16.01 - <https://www.codeblocks.org/changelogs/16.01/>

Python 3.5.1 - <https://www.python.org/downloads/release/python-351/>

Visual Studio Express Edition - <https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/express/>

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)

Java for Lego Mindstorms - <http://www.lejos.org/>

Matlab - <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>

Robotics Toolbox - <http://petercorke.com/wordpress/toolboxes/robotics-toolbox>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Лекционные занятия:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Рекомендуется посещать все лекционные занятия, так как лекционный материал является уникальным авторским материалом, собранным автором курса из различных источников и собственного научного опыта в России, Израиле, Японии, США и Великобритании. 2) Часть лекционных материалов будет предоставлена студентам в виде электронных файлов. 3) На лекционных занятиях необходимо тщательно конспектировать содержание лекций: то, что представлено на слайдах преподавателя, и то, что упоминается устно и записывается на доске. 4) При отсутствии студента на лекции, рекомендуется переписать лекционный материал у других студентов. 5) Отсутствие студента на лекции по уважительным причинам не освобождает его/ее от трепетного изучения пропущенного материала. 6) На лекциях запрещено фотографировать, вести аудио или видео запись без разрешения преподавателя. 7) На некоторых слайдах лекций присутствуют преднамеренные опечатки, которые призваны проверить понимание материала, внимание и бдительность студента. В случае обнаружения таких опечаток студент, первым указавший на опечатку, получает дополнительные бонусные баллы. В случае, если перед переходом на следующий слайд никто из студентов не обнаруживает опечатку, преподаватель самостоятельно указывает на ее наличие и призывает студентов к внимательности. 8) Во время лекции студенты могут задавать преподавателю дополнительные вопросы по материалу и участвовать в дискуссиях. Активное участие в дискуссиях дает студентам дополнительные бонусные баллы. 9) Студенту разрешается использовать на экзамене собственные конспекты лекций и практических занятий. Обязательное условие: конспект принадлежит студенту, подписан его фамилией и записан идентичным почерком относительно письменных записей на экзамене. По требованию преподавателя конспект может сдаваться вместе с экзаменационной работой и будет возвращен студенту после проверки письменных работ.
практические занятия	<p>Практические занятия:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Основная цель практических занятий - презентация домашних заданий студентов и обсуждение их в классе с другими студентами. 2) Посещение практических занятий обязательно. 3) В ходе дискуссий на практических занятиях студенты получают дополнительные бонусные баллы по результатам своих выступлений и замечаний. 4) Студенты должны приходить вовремя на практические занятия и оставаться до конца, принимая активное участие в дискуссиях. В случае отсутствия студента в классе в момент вызова к доске, он/она лишается оценки за презентацию домашнего задания, кроме случаев выхода из класса на короткий промежуток с разрешения преподавателя.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Задания по программированию и конструированию:</p> <p>1) Для заданий по конструированию будет использоваться конструктор LEGO EV3. Конструктор выдается кафедрой интеллектуальной робототехники на одного или двух студентов, формирующих группу, под роспись. Процедура выдачи-приемки строго согласована.</p> <p>2) С момента выдачи конструктора LEGO EV3 на руки студентам и до момента его сдачи в конце курса студент несет полную ответственность за его использование и сохранность. На студента оформляется разрешение на внос-вынос конструктора из здания Института ИТИС КФУ. По окончании практических занятий студент должен сдать конструктор LEGO EV3 в полной комплектации и исправном состоянии. Для допуска к экзамену студент обязан сдать конструктор LEGO EV3 согласно процедуре выдачи-приемки.</p> <p>3) При подготовке домашних заданий с конструктором LEGO EV3 учитывайте, что экспериментальная работа для определения параметров ПИД контроллеров, пороговых значений и пр. требует большого количества времени и эту работу невозможно осуществить в сжатые сроки.</p> <p>4) При подготовке домашних заданий, требующих написание кода, при проверке решений предъявляются стандартные требования к разработке ПО: модулярность кода, описание функций, наличие комментариев, тестирование.</p> <p>5) Часть заданий по курсу требует работы в команде. Рекомендуется выполнять все командные задания вместе, а не разделять задания на независимые части между членами команды.</p>
зачет	<p>Для успешной сдачи экзамена:</p> <p>1) Изучить весь теоретический материал, который был представлен преподавателем на лекциях в течение семестра.</p> <p>2) Найти дополнительные источники, о которых будет сказано на практических занятиях и самостоятельно изучить темы.</p> <p>3) Для успешной сдачи экзамена студент должен посвящать самостоятельной подготовке (изучение лекций, чтение дополнительных материалов, решение задач) не менее, чем указанное в РПД время.</p> <p>4) Прийти на экзамен вовремя.</p> <p>5) Студенту разрешается использовать на экзамене собственные конспекты лекций и практических занятий. Обязательное условие: конспект принадлежит студенту, подписан его фамилией и записан идентичным почерком относительно письменных записей на экзамене. По требованию преподавателя конспект может сдаваться вместе с экзаменационной работой и будет возвращен студенту после проверки письменных работ.</p> <p>6) Во время экзамена уличенный в списывании студент получает оценку 0.</p>

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".

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. Иванов, А. А. Основы робототехники: учебное пособие / А.А. Иванов. - 2-е изд., испр. - Москва: ИНФРА-М, 2025. - 223 с. - (Высшее образование). - DOI 10.12737/textbook_58e7460f93d2e6.7688379. - ISBN 978-5-16-018528-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2161359> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Камлюк, В.С. Мехатронные модули и системы в технологическом оборудовании для микроэлектроники: учебное пособие / В.С. Камлюк, Д.В. Камлюк - Минск: РИПО, 2016. - 384 с. - ISBN 978-985-503-627-3 - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855036273.html> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Киселев, М. М. Робототехника в примерах и задачах: учебное пособие / М. М. Киселев. - 2-е изд., испр. - Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2022. - 132 с. - ISBN 978-5-91359-326-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2185099> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
4. Интеллектуальные роботы: учебное пособие / И. А. Каляев, В. М. Лохин, И. М. Макаров, С. В. Манько. - Москва: Машиностроение, 2007. - 360 с. - ISBN 5-217-03339-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/769> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Лачуга, Ю.Ф. Теория механизмов и машин. Кинематика, динамика и расчет: учебное пособие / Лачуга Ю. Ф., Воскресенский А. Н., Чернов М. Ю. - Москва: КолосС, 2013. - 304 с. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений) - ISBN 978-5-9532-0524-5 - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953205245.html> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Джозеф, Л. Изучение робототехники с помощью Python: учебное пособие / Джозеф Л : пер. с англ. А. В. Корягина. - Москва: ДМК Пресс, 2019. - 250 с. - ISBN 978-5-97060-749-7. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970607497.html> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Барсуков, А. П. Кто есть кто в робототехнике: компоненты и решения для создания роботов и робототехнических систем. Выпуск 2: справочник / А. П. Барсуков. - Москва: ДМК Пресс, 2008. - 128 с. - ISBN 978-5-94074-715-4. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940747154.html> (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.01.04 Основы робототехники*

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.