

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



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Статистическая радиофизика

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

## 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) научный сотрудник, к.н. Масленникова Ю.С. (УНЛ Палеославистика, Научно-образовательный центр по лингвистике им.И.А.Бодуэна де Куртене), yuliams1@gmail.com Нугманов И.С.

### 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-1	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- области применения разделов модуля "Статистическая радиофизика",
- современные информационные технологии.

Должен уметь:

- применять на практике знания, полученные по курсу "Статистическая радиофизика",
- применять вероятностный подход к смежным дисциплинам,
- самостоятельно приобретать новые знания в области обработки сигналов.

Должен владеть:

- математическим аппаратом для самостоятельной разработки новых моделей при радиофизических исследованиях,
- методами радиофизических измерений.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- решать задачи, связанные с анализом систем, подверженных влиянию шумов,
- составлять математические модели анализируемых систем,
- применять современные информационные технологии.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.Б.31 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.03 "Радиофизика (не предусмотрено)" и относится к базовой (общепрофессиональной) части.

Осваивается на 4 курсе в 7 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 - 108 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Случайные сигналы и их описание.	7	10	0	12	8
2.	Тема 2. Математические модели случайных процессов.	7	4	0	8	6
3.	Тема 3. Математические модели случайных процессов.	7	4	0	4	4
4.	Тема 4. Математические модели случайных процессов.	7	2	0	4	2
5.	Тема 5. Прохождение случайных сигналов через линейные и нелинейные цепи	7	4	0	4	2
6.	Тема 6. Обнаружение сигналов в присутствии шумов.	7	12	0	18	4
7.	Тема 7. Оценка параметров сигналов в присутствии шумов.	7	4	0	4	2
8.	Тема 8. Дискретизация и квантование сигналов.	7	2	0	0	2
9.	Тема 9. Мера информации. Кодирования источников сообщений. Теорема Шеннона о кодировании источника независимых сообщений.	7	4	0	0	2
10.	Тема 10. Канал связи. Пропускная способность и теоремы Шеннона о пропускной способности канала связи.	7	4	0	0	2

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Случайные сигналы и их описание.

11. кодирование. Систематические коды. Циклические коды. Определение классификация, свойства многомерной плотности и функции распределения вероятностей. Моментные и кумулянтные функции. Ковариационная и корреляционная функции. Стационарность в узком и широком смысле. Свойства автоковариационной корреляционной функций. Интервал корреляции. Эргодические процессы. Критерий эргодичности. Определение плотности распределения вероятностей эргодического процесса. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов. Спектральный анализ случайных процессов. Ширина спектра.

##### Тема 2. Математические модели случайных процессов.

Математические модели случайных процессов. Детерминированный процесс как случайный процесс. Одномерная и многомерная плотности распределения вероятности. Белый шум (Корреляционная функция, Спектральная плотность мощности). Гауссовские случайные процессы и их свойства. Каноническое разложение случайного процесса. Квазидетерминированный случайный процесс

##### Тема 3. Математические модели случайных процессов.

Сумма двух квазидетерминированных процессов. Проверка на стационарность в широком смысле, проверка на эргодичность (критерий Слуцкого), спектральная плотность, проверка на стационарность в узком смысле. Марковские случайные процессы Уравнение Маркова для непрерывных и дискретных процессов. Уравнение Фоккера-Планка. Винеровский случайный процесс.

##### Тема 4. Математические модели случайных процессов.

Узкополосный процесс. Автокорреляционная функция узкополосного процесса, автокорреляционная функция узкополосного процесса с симметричной спектральной плотностью, узкополосный процесс как гармоническое колебание со случайной амплитудой и случайной фазой, распределение амплитуды и фазы узкополосного случайного процесса.

##### Тема 5. Прохождение случайных сигналов через линейные и нелинейные цепи

Линейные и нелинейные безынерционные преобразования случайных процессов. Линейные цепи и методы их анализа. Применение дифференциальных уравнений и импульсных и характеристик. Применение частотных характеристик. Нелинейные безынерционные преобразования случайных процессов. Отклик типовых радиотехнических звеньев на белый шум.

#### **Тема 6. Обнаружение сигналов в присутствии шумов.**

Обнаружение и оценка параметров сигналов в присутствии шумов. Проверка статистических гипотез. Критерии проверки двух альтернативных гипотез. статистические ошибки первого и второго родов, критерий обнаружения сигнала, правило разбиения выборочного пространства, критическое множество, статистика критерия обнаружения, правило принятия решения, порог, расчет вероятностей ошибок 1-го и 2-го родов по выборочному пространству и по статистике критерия. Байесовское семейство критериев (на примере задачи обнаружения полностью известного сигнала). Априорные сведения, матрица потерь, условный риск, средний риск. Критерии Байеса, критерий максимума апостериорной вероятности (идеальный наблюдатель), критерий максимума правдоподобия, критерий Неймана-Пирсона, минимаксный критерий. Рабочие характеристики приемника. Функционал правдоподобия. Оценка временного положения сигнала. Корреляционный приемник, согласованный фильтр.

#### **Тема 7. Оценка параметров сигналов в присутствии шумов.**

Узкополосный процесс. Автокорреляционная функция узкополосного процесса, автокорреляционная функция узкополосного процесса с симметричной спектральной плотностью, узкополосный процесс как гармоническое колебание со случайной амплитудой и случайной фазой, распределение амплитуды и фазы узкополосного случайного процесса.

#### **Тема 8. Дискретизация и квантование сигналов.**

Дискретизация случайных процессов, теорема Котельникова для случайных процессов, среднеквадратическая сходимость непрерывного и дискретизированного процессов. Квантование случайных процессов, принцип квантования сигналов, ошибка квантования как аддитивный белый шум, математическое ожидание и дисперсия шума квантования, (сигнал/шум) на выходе квантователя, роль разрядности квантователя.

#### **Тема 9. Мера информации. Кодирования источников сообщений. Теорема Шеннона о кодировании источника независимых сообщений.**

Мера информации по Фишеру, по Хартли, по Шеннону. Энтропия дискретного ансамбля сообщений, энтропия непрерывного ансамбля сообщений, влияние точности измерений физических величин на количество информации. Максимальность энтропии дискретного и непрерывного ансамблей. Кодирование источника независимых сообщений. Теорема Шеннона о кодировании источника независимых сообщений.

#### **Тема 10. Канал связи. Пропускная способность и теоремы Шеннона о пропускной способности канала связи.**

Количество взаимной информации. Совместная энтропия произведения двух ансамблей сообщений, условная энтропия ансамблей, преобразования ансамбля сообщений при передаче по каналу связи, энтропийная диаграмма канала связи, формулы для вычисления взаимной информации, энтропийная диаграмма двух ансамблей сообщений, взаимная информация непрерывных ансамблей, взаимная информация двух гауссовских ансамблей. Канал связи. Пропускная способность и теорема Шеннона для канала без шумов, теорема Шеннона для канала с шумами. Теорема Шеннона о пропускной способности канала для сигнала и шума, ограниченных по мощности. Пропускная способность частотно-ограниченного канала связи.

#### **Тема 11. Помехоустойчивое кодирование. Систематические коды. Циклические коды.**

Принципы помехоустойчивого кодирования. Линейные блочные коды. Систематическая форма кода. Циклические коды. Порождающий полином, матрица кода, кодовое расстояние. Коды Хемминга. Обнаружение и исправление однократной ошибки. Процедура кодирования и декодирования сообщения, синдромы. Применение линейного сдвигового регистра с цепью обратной связи в задачах кодирования и декодирования сообщений.

### **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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

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

#### 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)

В.Н. Тихонов, В.Н. Харисов. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем - М.: Радио и связь, 2004 - <http://WWW.bookinist.net>

М. Вернер. Основы кодирования. М.: Техносфера, 2006 - <http://www.technosfera.ru>

Р. Морелос-Сарагоса. Искусство помехоустойчивого кодирования. М.: Техносфера, 2006 - <http://WWW.OZON.ru>

Шахтарин Б. И. Обнаружение сигналов. М.: Гелиос АРВ, 2006 - <http://www.ozon.ru>

Шахтарин Б. И. Случайные процессы в радиотехнике. М.: Гелиос АРВ, 2006 - <http://WWW.livelib.ru/book>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала, задавая преподавателю уточняющие вопросы для разрешения спорных ситуаций. Обращать внимание содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Рекомендуются оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать дополняющие материал пометки, подчеркивать важность тех или иных тезисов.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Лабораторные работы составленные в соответствии с программой дисциплины предназначены для закрепления теоретического материала, требуют способности самостоятельно решить стандартную задачу профессиональной деятельности. По результатам работы необходимо предоставить отчет в виде электронного документа. Отчет должен содержать титульный лист, постановку задачи, описание последовательности действий, результат работы.
самостоятельная работа	Необходимо изучить литературу, рекомендуемую для выполнения практического занятия. Студент должен выявить необходимость дополнительных источников и материалов. Студентам должен овладеть навыками и умениями использования теоретического знания применительно к особенностям изучаемой дисциплины. Подготовка к практическим занятиям предполагает предварительную самостоятельную работу студентов на основе методических разработок. Студент овладевает первоначальными профессиональными умениями и навыками в процессе практических занятий. Знания обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические вопросы, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания. Работа студента представлена в виде экспериментальной работы, решения ситуационных задач, обсуждения проблемных вопросов, работы с компьютером и т.п. Результатом самостоятельной работы обучающихся на занятии является письменный ответ.
экзамен	К экзамену допускается студент, выполнивший в полном объеме задания, указанные в рабочей программе. Студент самостоятельно выполняет и сдает на проверку в письменном виде общие или индивидуальные задания, определяемые преподавателем. Экзамен проходит в устной и письменной форме на основе перечня вопросов, указанных в действующей рабочей программы учебной дисциплины. На оценку влияют следующие критерии: степень раскрытия темы, стиль изложения и творческий подход к ответу на вопрос, правильность аргументация выводов и др. Студентам рекомендуется готовиться к экзамену в группе по три-четыре человека. Следует внимательно прочитать вопросы и составить план ответа на каждый вопрос, выделив ключевые моменты материала. Результаты сдачи экзаменов оцениваются отметкой "отлично", "хорошо", "удовлетворительно" или "неудовлетворительно".

#### 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.

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 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки "не предусмотрено".

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

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

#### Основная литература:

1. Ахманов, С.А. Статистическая радиофизика и оптика [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.А. Ахманов, Ю.Е. Дьяков, А.С. Чиркин. - Электрон. дан. - Москва: Физматлит, 2010. - 423 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48263>
2. Бородин, А.Н. Случайные процессы [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Бородин. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 640 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12935>.

#### Дополнительная литература:

1. Методы и алгоритмы обработки данных : учеб. пособие / А.А. Григорьев. М. : ИНФРА-М, 2018. 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znaniium.com>]. (Высшее образование: Бакалавриат). <http://znaniium.com/catalog.php?bookinfo=922736>
2. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA [Электронный ресурс] - Учебное пособие для вузов / Боровиков В.П. - М.: Горячая линия - Телеком, 2013. - 288 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203265.html>
3. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных [Электронный ресурс] / Флах П. - М : ДМК Пресс, 2015. - 400 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970602737.html>
4. Подлесный, С. А. Устройства приема и обработки сигналов [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / С. А. Подлесный, Ф. В. Зандер. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 352 с. - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/441113>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.Б.31 Статистическая радиофизика

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

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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.