

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



» 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Анализ и проектирование алгоритмов

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

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) доцент, к.н. (доцент) Салимов Ф.И. (кафедра теоретической кибернетики, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), Farid.Salimov@kpfu.ru ; старший научный сотрудник, к.н. Хадиев К.Р. (научно-исследовательская лаборатория Квантовые методы обработки данных, Институт вычислительной математики и информационных технологий), Kamil.Hadiev@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
ОПК-2	Способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования
ПК-1	Способность использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на ЭВМ, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение
ПК-2	Способность и готовность настраивать и тестировать и осуществлять проверку вычислительной техники
ПК-3	Способность и готовность демонстрировать знания современных языков программирования, операционных систем, офисных приложений, Интернета, способов и механизмов управления данными; принципов организации, состава и схемы работы операционных систем

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

необходимость в построении эффективных алгоритмов, роль абстрактных структур данных при построении алгоритмов, как выбор структуры данных влияет на сложность реализации задачи;

- обладать теоретическими знаниями об основных структурах данных, уметь работать с динамическими структурами данных

- ориентироваться в вопросах оценки сложности алгоритмов, сравнивать различные способы реализации алгоритма по сложности

Должен уметь:

ориентироваться в существующих методах анализа временной и ёмкостной сложностей алгоритмов и методах эффективных алгоритмов,

сравнивать различные способы реализации по сложности;

Должен владеть:

теоретическими знаниями о методах анализа и проектирования алгоритмов, об основных структурах данных, уметь работать с динамическими структурами данных;

Должен демонстрировать способность и готовность:

- приобрести навыки эффективной реализации задач, требующих создания сложных структур данных, умения разбивать сложную задачу на составные части,

анализировать связи между различными частями, использовать объектно-ориентированный подход.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.04 "Прикладная математика (Математическое моделирование)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

### 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 - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 72 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 90 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 5 семестре; экзамен 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Предмет дисциплины: анализ качества алгоритмов и разработка методов построения эффективных алгоритмов. Меры сложности. Временная и емкостная сложности.	5	0	0	4	6
2.	Тема 2. Модели вычислений. Математические основы анализа алгоритмов.	5	0	0	6	14
3.	Тема 3. Структуры данных для представления некоторых математических объектов.	5	0	0	10	20
4.	Тема 4. Древовидная структура данных для задачи ОБЪЕДИНИТЬ - НАЙТИ.	5	0	0	4	10
5.	Тема 5. Сортировка данных. Внутренняя сортировка (массивов). Внешняя сортировка (последовательностей).	5	0	0	12	22
6.	Тема 6. Задача поиска	6	0	0	8	4
7.	Тема 7. Методы разработки алгоритмов.	6	0	0	10	6
8.	Тема 8. Алгоритмы на графах. Построение минимального остовного дерева. Задачи о кратчайших путях. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его свойства.	6	0	0	10	6
9.	Тема 9. Эквивалентность некоторых комбинаторных задач. Классы P и NP.	6	0	0	8	2
	Итого		0	0	72	90

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Предмет дисциплины: анализ качества алгоритмов и разработка методов построения эффективных алгоритмов. Меры сложности. Временная и емкостная сложности.

Необходимость анализа качества алгоритмов. Примеры и анализ задач, в которых выбор подходящей структуры данных позволяет улучшить качество алгоритма:

Ряд Фибоначи: пример, показывающий преимущество итеративного алгоритма (с использованием динамического программирования) перед рекурсивным аналогом.

ряд Фарей (использование линейных списков), лексикографическая сортировка.

## **Тема 2. Модели вычислений. Математические основы анализа алгоритмов.**

Различные модели вычислений: Машина Тьюринга. РАМ- и РАСП- машины. Равномерный и логарифмический весовые критерии при оценке временной и емкостной сложности алгоритмов. Другие модели: неветвящиеся программы, битовые вычисления, деревья решений. Верхние оценки сложности: оценка в худшем случае, оценка в среднем, амортизированная оценка

## **Тема 3. Структуры данных для представления некоторых математических объектов.**

Структуры данных для представления некоторых математических объектов. Представление последовательностей (линейные структуры данных: массив, линейный список, стек, очередь, дек), множеств, деревьев, графов и т.п. Обходы деревьев и графов в глубину и ширину. Копирование деревьев. Представление графов с использованием матриц смежности, линейных списков, нелинейных структур

## **Тема 4. Древоподобная структура данных для задачи ОБЪЕДИНИТЬ - НАЙТИ.**

Различные способы описания задачи ОБЪЕДИНИТЬ - НАЙТИ. Древоподобная структура данных для задачи ОБЪЕДИНИТЬ - НАЙТИ. Различные подходы к решению задачи. Процедуры НАЙТИ и ОБЪЕДИНИТЬ и их модификации путем перестройки данных: сжатие пути и балансировка. Оценка сложности времени выполнения соответствующих алгоритмов.

## **Тема 5. Сортировка данных. Внутренняя сортировка (массивов). Внешняя сортировка (последовательностей).**

Сортировка данных. Внутренняя сортировка (массивов). Нижние оценки сложности алгоритмов сортировки, основанных на сравнениях элементов. Элементарные методы сортировки: обмен, вставка, выбор. Улучшенные методы сортировки. Быстрая сортировка - упорядочение за среднее время  $O(n \log n)$ . Сортировка деревом упорядочение за время  $O(n \log n)$  в худшем случае. Распределяющая сортировка. Сортировка слиянием и ее применение в алгоритмах внешней сортировки.

## **Тема 6. Задача поиска**

Поиск и другие операции над таблицами. Последовательный поиск. Логарифмический поиск в статических таблицах. Деревья поиска. Задача балансировки деревьев. АВЛ деревья, красно-черные деревья, Splay -дерево, декартово дерево и его свойства. Хеширование. Выбор хэш функции. Различные алгоритмы хеширования.

## **Тема 7. Методы разработки алгоритмов.**

Методы разработки алгоритмов. Алгоритмы 'разделяй и властвуй'. Примеры задач: алгоритм Карацубы быстрого умножения чисел. Динамическое программирование. Редакционное расстояние. Жадные алгоритмы. Алгоритм Хаффмена построения минимального кода. Переборные алгоритмы. Поиск с возвратом. Приближенные алгоритмы. Алгоритмы локального поиска.

## **Тема 8. Алгоритмы на графах. Построение минимального остовного дерева. Задачи о кратчайших путях. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его свойства.**

Алгоритмы на графах. Построение минимального остовного дерева. Жадный алгоритм Крускала. Алгоритм Прима. Алгоритм Дейкстры. Оценки их временной сложности.

Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его свойства. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Применение алгоритма Фурье для задачи вычисления произведения многочленов.

## **Тема 9. Эквивалентность некоторых комбинаторных задач. Классы P и NP.**

Эквивалентность некоторых комбинаторных задач. Недетерминированные вычисления. Классы P и NP. Проблема  $P=NP$ . Понятие NP-полной задачи. Задачи о выполнимости и 3-выполнимости. Полиномиальная сводимость комбинаторных задач. Использование сводимости для доказательства NP-полноты комбинаторной задачи. Некоторые NP-полные задачи.

## **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

Алгоритмы и структуры данных - <https://www.lektorium.tv/course/22823>

Видеолекции курса Алгоритмы и структуры данных - <https://yandexdataschool.ru/edu-process/courses/algorithms>

Основные структуры данных и алгоритмы -

<http://codenamecrud.ru/ruby-programming/common-data-structures-and-algorithms>

## 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)

Альфред В. Ахо, Джон Э. Хопкрофт, Джеффри Д. Ульман Структуры данных и алгоритмы - [www.ozon.ru/context/detail/id/4788523/](http://www.ozon.ru/context/detail/id/4788523/)

Алгоритмы и структуры данных ? Лекториум - [www.lektorium.tv/course/22823](http://www.lektorium.tv/course/22823)

Алгоритмы и структуры данных поиска. Лекции и курсы ... - [habrahabr.ru/company/yandex/blog/208716/](http://habrahabr.ru/company/yandex/blog/208716/)

Инструменты, алгоритмы и структуры данных ? Интуит - [www.intuit.ru/studies/courses/683/539/info](http://www.intuit.ru/studies/courses/683/539/info)

Н.Вирт АЛГОРИТМЫ + СТРУКТУРЫ ДАННЫХ ... - [snilit.tspu.ru/uploads/files/default/virt.pdf](http://snilit.tspu.ru/uploads/files/default/virt.pdf)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	При выполнении лабораторных работ студент должен перед составлением программы выбрать алгоритм решения, подобрать подходящую структуру данных, обосновать эффективность выбранного алгоритма, и только после этого приступить к его реализации в виде программного продукта. При этом необходимо обратить

внимание на этап отладки, подбора отладочных примеров.



Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	В процессе самостоятельной работы необходимо обратить внимание на основные методы построения эффективных алгоритмов, разобраться в целесообразности применения того или иного подхода. Необходимо разобраться в различных подходах оценки качества алгоритмов, разобраться в различии нижних и верхних оценок сложности.
экзамен	Для подготовки к экзамену по данной дисциплине необходимо воспользоваться материалами занятий и электронными источниками, указанными в п.8. Необходимо тщательно разобрать все темы, заявленные в списке вопросов к экзамену. Рекомендации для подготовки к экзамену: 1. Повторить материал, включающий в себя все пройденные в процессе изучения курса темы; 2. Выписать и повторить основные определения и термины в контексте каждой темы; 3. Ознакомиться с заявленными темами в сторонних источниках (указанных в п.8)

#### **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, выступлений 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 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки "Математическое моделирование".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.5 Анализ и проектирование алгоритмов

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

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Основная литература:**

1. Анализ и построение вычислительных алгоритмов (на примерах олимпиадных задач по программированию) [Текст: электронный ресурс] : методическое пособие / Пшеничный П. В., Тагиров Р. Р. ; Казан. гос. ун-т, Фак. вычисл. математики и кибернетики, Каф. систем. анализа и информ. технологий .- Казань : Казанский государственный университет, 2009. - 29 с. Режим доступа: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/09-IVMIT/09\\_104\\_2009\\_000112.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/09-IVMIT/09_104_2009_000112.pdf)
2. Быкова, В. В. Теоретические основы анализа параметризованных алгоритмов [Электронный ресурс] : Монография / В. В. Быкова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 180 с. - ISBN 978-5-7638-2488-9. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/441165>
3. Структуры и алгоритмы обработки данных: Учебное пособие / Колдаев В.Д. - М.:ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 296 с. - (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-369-01264-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/418290>

**Дополнительная литература:**

1. Введение в методы и алгоритмы принятия решений: Учебное пособие / В.Г. Дорогов, Я.О. Теплова. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 240 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-8199-0486-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/241287>
2. Бабенко, М.А. Введение в теорию алгоритмов и структур данных [Электронный ресурс] / М.А. Бабенко, М.В. Левин. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2016. - 144 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/80136>
3. Абрамов, С.А. Лекции о сложности алгоритмов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.А. Абрамов. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2009. - 256 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/9273>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.5 Анализ и проектирование алгоритмов

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

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Математическое моделирование

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.

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.