

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

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

### Триангуляция поверхностей

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 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): профессор, д.н. Конюхов В.М. (кафедра прикладной математики и искусственного интеллекта, отделение прикладной математики и информатики), [Vladimir.Konyukhov@kpfu.ru](mailto:Vladimir.Konyukhov@kpfu.ru)

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции  |
|------------------|--|
| ПК-2             | Способен к проведению научно-исследовательских разработок по отдельным разделам темы   |
| ПК-3             | Способен применять знания и методы дисциплин естественно-научного и математического цикла при проведении научных исследований, в том числе математического и компьютерного моделирования и высокопроизводительных вычислений |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Курс 'Триангуляция поверхностей' связан с вопросами геометрического моделирования.

Обучающийся должен знать:

- методы построения кривых линий, поверхностей и твердых тел,
- методы выполнения над ними различных операций,
- методы управления численными моделями,
- методы практического решения задач дифференциальной и аналитической геометрии.

Должен уметь:

Обучающийся должен уметь:

- решать задачи дифференциальной и аналитической геометрии,
- использовать различные методы математического анализа и вычислительной математики,
- программировать на объектно-ориентированных алгоритмических языках.

Должен владеть:

Обучающийся должен владеть:

- опытом математического, компьютерного моделирования и проведения высокопроизводительных вычислений,
- навыками программирования на объектно-ориентированных алгоритмических языках,
- приемами программирования для практической реализации подходов геометрического моделирования в компьютерной графике,
- опытом обработки научной информации.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Обучающийся должен быть способным и готовым:

1) решать сложную вычислительную задачу генерации реалистических объемных изображений, обеспечивающих передачу свойств моделируемого объекта: объемность, расположение, передача полутона, тени, освещение, текстуры поверхности и т.д.

2) разрабатывать алгоритмы создания реалистических объемных изображений на основе декомпозиции объектов на составные части (фрагменты) с использованием различных методов аппроксимации, применяемых в компьютерной графике.

3) применять на практике наиболее часто используемые методы разбиение изображений треугольными элементами (триангуляции поверхностей) поверхности моделируемого объекта.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.08 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.04 "Прикладная математика (Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 34 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 34 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 74 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N  | Разделы дисциплины / модуля  | Се-<br>местр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                          |  |                                     |                                       |                                     | Само-<br>сто-<br>тель-<br>ная<br>ра-<br>бота |
|----|--|--------------|--|--------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--|
|    |  |              | Лекции,<br>всего   | Лекции<br>в эл.<br>форме | Практи-<br>ческие<br>занятия,<br>всего | Практи-<br>ческие<br>в эл.<br>форме | Лабора-<br>торные<br>работы,<br>всего | Лабора-<br>торные<br>в эл.<br>форме |  |
| 1. | Тема 1. Тема 1. Триангуляция как раздел вычислительной геометрии.  | 2            | 0  | 0                        | 0                                      | 0                                   | 6                                     | 0                                   | 32   |
| 2. | Тема 2. Тема 2. Методы решения задачи триангуляции. Итеративные алгоритмы триангуляции.                    | 2            | 0  | 0                        | 0                                      | 0                                   | 14                                    | 0                                   | 20   |
| 3. | Тема 3. Тема 3. Триангуляция пошаговая, со слиянием и ограничениями. Пространственный анализ на плоскости. | 2            | 0  | 0                        | 0                                      | 0                                   | 14                                    | 0                                   | 22   |
|    | Итого  |              | 0  | 0                        | 0                                      | 0                                   | 34                                    | 0                                   | 74   |

### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

#### Тема 1. Тема 1. Триангуляция как раздел вычислительной геометрии.

1. Понятие триангуляции.
2. Основные структуры данных, используемые при построении триангуляции ("Узлы с соседями", "Двойные ребра", "Узлы и треугольники" и т.д.).
3. Локализация точек при триангуляции методом полос.
4. Способы генерации точек (хаотическая генерация точек, прямоугольная регулярная структура точек).

#### Тема 2. Методы решения задачи триангуляции. Итеративные алгоритмы триангуляции.

Триангуляция Делоне. Условия Делоне.

- 1) Проверка условий с использованием уравнения описанной окружности.
  - 2) Проверка условий при помощи заранее вычисленной описанной окружности.
  - 3) Проверка условий посредством вычисления суммы противолежащих углов.
  - 4) Модифицированная проверка условий на основе вычисления суммы противолежащих углов.
- Итеративные алгоритмы построения триангуляции Делоне:
- 5) Простой итеративный алгоритм.
  - 6) Алгоритмы с простым индексированием поиска треугольников и

индексированием центров треугольников с применением k-D-дерева и квадр дерева.

- 7) Алгоритмы с кэшированием поиска треугольников.
- 8) Алгоритмы с изменённым порядком добавления точек.

## **Тема 2. Тема 2. Методы решения задачи триангуляции. Итеративные алгоритмы триангуляции.**

Триангуляция Делоне. Условия Делоне.

- 1) Проверка условий с использованием уравнения описанной окружности.
- 2) Проверка условий при помощи заранее вычисленной описанной окружности.
- 3) Проверка условий посредством вычисления суммы противолежащих углов.
- 4) Модифицированная проверка условий на основе вычисления суммы противолежащих углов.

Итеративные алгоритмы построения триангуляции Делоне:

- 5) Простой итеративный алгоритм.
- 6) Алгоритмы с простым индексированием поиска треугольников и индексированием центров треугольников с применением k-D-дерева и квадр дерева.
- 7) Алгоритмы с кэшированием поиска треугольников.
- 8) Алгоритмы с изменённым порядком добавления точек.

## **Тема 3. Тема 3. Триангуляция пошаговая, со слиянием и ограничениями. Пространственный анализ на плоскости.**

Методы триангуляция со слияниями множества точек:

- 1) Метод "разделяй и властвуй".
- 2) Рекурсивный алгоритм с разрезанием по диаметру.
- 3) Полосовые алгоритмы слияния.

Методы прямого построения триангуляции:

- 4) Пошаговый метод триангуляции.
- 5) Пошаговые алгоритмы с ускорением поиска соседей Делоне

Алгоритмы с ограничениями:

- 6) Двухпроходные алгоритмы.
- 7) Метод "жадной триангуляции".
- 8) Оптимальная триангуляция.

## **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 (утверждён приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996бин/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

Автокад - [https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F\\_1117349636/AutoCAD.pdf](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F_1117349636/AutoCAD.pdf)

Геом. моделирование - <http://znanium.com/catalog/product/520536>

Никулин - <http://znanium.com/catalog/product/940228>

## **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)**

Голованов - <http://znanium.com/catalog/product/520536>

Команда в ТИМЗ -

<https://teams.microsoft.com/l/team/19%3a116e14c19a9a49c5acb52136e73f3650%40thread.tacv2/conversations?groupId=28fd2a79-c810>

Конюхов и др. - [https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F\\_1117349636/AutoCAD.pdf](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F_1117349636/AutoCAD.pdf)

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

| Вид работ           | Методические рекомендации  |
|---------------------|--|
| лабораторные работы | При выполнении лабораторных работ необходимо использовать теоретический материал, делать ссылки на соответствующие теоремы, свойства, формулы и пр. Решение задач излагается подробно и содержит необходимые пояснительные ссылки. Текущие задания на лабораторные работы выдаются каждую неделю на практическом занятии. Индивидуальные домашние задания выдаются на практических занятиях в начале изучения соответствующих тем. |

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

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

  - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
  - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
  - продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.04 "Прикладная математика" и магистерской программе "Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.08 Триангуляция поверхностей*

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

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Ткаченко, Г. И. Компьютерная графика: учебное пособие / Ткаченко Г.И. - Таганрог: Южный федеральный университет, 2016. - 94 с. - ISBN 978-5-9275-2201-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/996346> (дата обращения: 10.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Голованов, Н. Н. Геометрическое моделирование : учебное пособие / Н.Н. Голованов. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2024. - 400 с. - ISBN 978-5-905554-76-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2131753> (дата обращения: 10.02.2025). - Режим доступа: по подписке.
3. Акопян, А. В. Геометрические свойства кривых второго порядка : учебное пособие / А. В. Акопян, А. А. Заславский. - 2-е изд. - Москва : МЦНМО, 2011. - 152 с. - ISBN 978-5-94057-732-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/9277> (дата обращения: 10.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Колесниченко, Н. М. Инженерная и компьютерная графика : учебное пособие / Н. М. Колесниченко, Н. Н. Черняева. - 2-е изд. - Москва : Инфра-Инженерия, 2021. - 236 с. - ISBN 978-5-9729-0670-3. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972906703.html> (дата обращения: 10.02.2025). - Режим доступа : по подписке.
2. Лейкова, М. В. Инженерная и компьютерная графика. Соединение деталей на чертежах с применением 3D моделирования / М. В. Лейкова, Л. О. Мокрецова, И. В. Бычкова. - Москва : МИСИС, 2013. - 76 с. - ISBN 978-5-87623-682-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/47486> (дата обращения: 10.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Карчевский, Е.М. Прикладное моделирование в Autodesk AutoCAD: учебно-методическое пособие / Е.М. Карчевский, И.В. Конюхов, В.М. Конюхов, И.Е. Филиппов. - Казань: Казанский федеральный университет, 2018. - 98 с. - Текст : электронный. - URL : [https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F\\_1117349636/AutoCAD.pdf?p\\_random=317243](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F_1117349636/AutoCAD.pdf?p_random=317243) (дата обращения: 10.02.2025). - Режим доступа: открытый.

*Приложение 3*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
**Б1.В.08 Триангуляция поверхностей**

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

Направление подготовки: 01.04.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: Вычислительная геометрия и высокопроизводительные вычисления

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 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.