

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ  
проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Комплексный анализ

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

## 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) Аксентьев Л.А.

**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
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
ОПК-2	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
ОПК-3	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

представления аналитических функций рядами Тейлора и Лорана, научиться вычислять контурные интегралы и различные определенные интегралы с помощью вычетов;

Должен уметь:

строить конформные отображения с помощью элементарных функций и применять их к расчетам плоских гидромеханических и электростатических полей;

Должен владеть:

действиями над комплексными числами, усвоить дифференциальные, интегральные и геометрические свойства аналитических функций.

Должен демонстрировать способность и готовность:

использовать комплексный анализ при решении задач гидромеханики и теории упругости

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.11 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.03 "Прикладная механика (Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2 курсе в 4 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 - 96 часа(ов), в том числе лекции - 48 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 48 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 30 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 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. КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА	4	4	0	4	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО	4	4	0	4	4
3.	Тема 3. КОНФОРМНЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ	4	8	0	10	4
4.	Тема 4. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОНФОРМНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ	4	4	0	2	2
5.	Тема 5. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЛОСКОГО ПОЛЯ	4	6	0	6	4
6.	Тема 6. ИНТЕГРАЛ ОТ КОМПЛЕКСНОЙ ФУНКЦИИ	4	4	0	2	4
7.	Тема 7. РЯДЫ	4	4	0	6	4
8.	Тема 8. ОСОБЫЕ ТОЧКИ И ВЫЧЕТЫ	4	8	0	8	4
9.	Тема 9. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ	4	4	0	4	2
10.	Тема 10. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	4	2	0	2	
	Итого		48	0	48	30

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА

КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА Комплексное число, его изображение на плоскости, модуль и аргумент комплексного числа. Действия с комплексными числами. Сфера комплексных чисел. Стереографическая проекция и бесконечно удаленная точка. Линии и области на комплексной плоскости. Комплексные последовательности и ряды.

##### Тема 2. ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО

ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО Определение элементарных функций на комплексной плоскости. Функциональные понятия: функция, ее действительная и мнимая части, предел функции, непрерывность, дифференцируемость по комплексному переменному. Условия Коши-Римана. Аналитические (регулярные) функции. Сопряженные гармонические функции. Восстановление регулярной функции по вещественной или мнимой ее части .

##### Тема 3. КОНФОРМНЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ

Преобразование, производимое линейной функцией. Основная характеристика конформного преобразования. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Преобразование посредством дробно-линейной функции. Круговое свойство дробно-линейной функции. Свойство инвариантности аугармонического отношения при дробно-линейном преобразовании и его применение. Свойство симметрии дробно-линейной функции с доказательством леммы о симметричных точках. Примеры на применение кругового свойства и свойства симметрии с использованием точек, симметричных относительно двух окружностей. Преобразования, которые производят степенная функция, показательная и логарифмическая функции, функция Жуковского и обратная к ней. Тригонометрические, гиперболические функции и обратные к ним..

##### Тема 4. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОНФОРМНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОНФОРМНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ Понятия о теореме Римана и о соответствии границ при конформном отображении, принцип сохранения области, критерий локальной однолиственности, области однолиственности элементарных функций. Римановы поверхности для элементарных функций. Точки ветвления и регулярные ветви. Характер неконформного преобразования в малом. Локальная и глобальная структура римановой по-верхности.

##### Тема 5. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЛОСКОГО ПОЛЯ

Примеры расчетов плоских полей: обтекание выступа, полное обтекание круга, обтекание профиля крыла и формулировка теоремы о подъемной силе, течения в канале и в кольцевой области. Другие виды плоских полей.

##### Тема 6. ИНТЕГРАЛ ОТ КОМПЛЕКСНОЙ ФУНКЦИИ

**ИНТЕГРАЛ ОТ КОМПЛЕКСНОЙ ФУНКЦИИ** Определение интеграла и его свойства. Интегральная теорема Коши для простого и составного контуров. Интегральная формула Коши. Интеграл типа Коши. Существование производных любого порядка у регулярных функций. Теорема о среднем и принцип максимума модуля. Теорема Мореры. Первообразная, формула Ньютона-Лейбница. Теорема Лиувилля

### **Тема 7. РЯДЫ**

**РЯДЫ** Равномерная сходимость функционального ряда. Признак равномерной сходимости. Аналоги теорем о равномерно сходящихся рядах из вещественного анализа. Теорема Вейер-штрасса. Степенные ряды. Теорема Абеля и круг сходимости. Единственность разложения функции в степенной ряд. Ряд Тейлора и радиус сходимости его. Ряд Лорана, область его сходимости. Единственность представления регулярной функции рядом по целым положительным и отрицательным степеням.

### **Тема 8. ОСОБЫЕ ТОЧКИ И ВЫЧЕТЫ**

**ОСОБЫЕ ТОЧКИ И ВЫЧЕТЫ** Классификация изолированных особых точек регулярных функций. Устраняемая особая точка. Нули регулярной функции, порядок нуля. Теорема единственности для регулярных функций. Теорема о связи полюсов и нулей. Теорема Сохоцкого, понятие о теореме Пикара. Классификация особых точек в бесконечности. Неизолированные особые точки и точки ветвления. Классификация функций. Определение вычетов. Формулы для вычисления вычетов в конечной точке и в бесконечности. Основная теорема о вычетах. Оценки интегралов и лемма Жордана. Вывод формул для интеграла по различным отрезкам от многозначных на плоскости функций. Пример интеграла от многозначной функции. Принцип аргумента. Теорема Руше, основная теорема алгебры.

### **Тема 9. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ**

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОДОЛЖЕНИЕ** Аналитическое продолжение по непрерывности. Принцип симметрии. Вывод формулы Кристоффеля-Шварца. Отображение полуплоскости на прямоугольник. Понятие об эллиптических функциях.

### **Тема 10. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ** Различные представления регулярных функций и приближение этих функций полиномами. Формулировка теоремы Рунге. Теоремы единственности для регулярных функций. Краткий обзор развития теории функций комплексного переменного. Роль этой теории в математике и ее приложениях.

## **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)

Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru/>

Информационный портал о мехмате МГУ - <http://www.mmonline.ru/>

Общероссийский математический портал Math-Net.Ru - <http://www.mathnet.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий следует вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
лабораторные работы	В течение семестра на лабораторных занятиях студенты решают задачи, указанные преподавателем, с отчётами о решённых задачах. Получают домашние задания для закрепления полученных на занятиях навыков. Студенты делают самостоятельные доклады. В ходе подготовки к докладам надо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.
самостоятельная работа	Рекомендуется после лекции самостоятельно разобраться в материале лекции и постараться его понять. При этом необходимо обращаться к учебному пособию, по которому излагается учебный материал. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем. Проработанные лекции помогут в решении задач, заданных на дом на лабораторных занятиях.



Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо обратить внимание на ключевые понятия курса: =Условия Коши-Римана. =Основная характеристика конформного преобразования. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. =Функция Жуковского и обратная к ней, профиль Жуковского. =Полное обтекание круга и профиля. Течение в кольцевой области. Связь с электростатикой. =Вывод формул для интегралов по различным отрезкам от многозначных на плоскости функций. =Различные представления регулярных функций и приближение этих функций полиномами. Теорема Рунге.

#### **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.

#### **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 15.03.03 "Прикладная механика" и профилю подготовки "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры".



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

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

#### Основная литература:

1. Шабунин, М.И. Теория функций комплексного переменного. [Электронный ресурс] / М.И. Шабунин, Ю.В. Сидоров. -

Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2016. - 303 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/84089>

2. Натанзон, С.М. Курс комплексного анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Натанзон. ?

Электрон. дан. ? Москва : МЦНМО, 2012. ? 48 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56409>.

#### Дополнительная литература:

1. Сборник задач по теории функций комплексного переменного и операционному исчислению : учебное пособие для студентов мех.-мат., физ. фак.,

фак. ВМК ун-та и фак-та повышения квалификации преподавателей / Л. А. Аксентьев .- Казань : Казанский государственный университет, 2005 .- 124 с.

2. Свешников, А.Г. Теория функций комплексной переменной. [Электронный ресурс] / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов. - Электрон. дан. - М. : Физматлит, 2010. -

336 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/48167>.

3. Евграфов, М.А. Аналитические функции [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Евграфов. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2008. ? 448 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/134>. ?

4. Сборник задач по теории функций комплексного переменного и операционному исчислению : учебное пособие для студентов мех.-мат., физ. фак.,

фак. ВМК ун-та и фак-та повышения квалификации преподавателей / Л. А. Аксентьев .- Казань : Казанский государственный университет, 2005 .- 124 с.

[Электронный вариант] Режим доступа:

[http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/116254/zadachnik\\_tfk.pdf;jsessionid=B2B8FAEEACBDD2AD3E6431852D5E00](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/116254/zadachnik_tfk.pdf;jsessionid=B2B8FAEEACBDD2AD3E6431852D5E00)

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.11 Комплексный анализ

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

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.