

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Комплексный и функциональный анализ

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

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)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
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) Соловьева С.А. (Кафедра математики, Инженерно-строительное отделение), SAsoloveva@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
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию
ОПК-1	Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой
ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные методы комплексного и функционального анализа,
- определения и свойства математических объектов в этой области,
- формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений.

Должен уметь:

- решать типовые задачи вычислительного и теоретического характера в области комплексного и функционального анализа,
- обосновывать утверждения и факты

Должен владеть:

- математическим аппаратом комплексного и функционального анализа, навыками решения практических задач, использующих аппарат данной дисциплины

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.Б.13 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 "Прикладная математика и информатика ()" и относится к базовой (общепрофессиональной) части.

Осваивается на 2, 3 курсах в 4, 5 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 11 зачетных(ые) единиц(ы) на 396 часа(ов).

Контактная работа - 126 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 72 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 234 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре; зачет в 5 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 и комплексная плоскость	4	4	4	0	16
2.	Тема 2. Функции комплексного переменного. Дифференцирование функций комплексного переменного.	4	6	6	0	24
3.	Тема 3. Интегрирование функций комплексного переменного.	4	6	6	0	24
4.	Тема 4. Ряды аналитических функций.	4	6	6	0	24
5.	Тема 5. Теория вычетов и её применение.	4	8	10	0	36
6.	Тема 6. Основы операционного исчисления.	4	6	4	0	20
7.	Тема 7. Теория меры и интеграл Лебега.	5	4	8	0	18
8.	Тема 8. Метрические пространства, принцип сжимающих отображений.	5	4	8	0	18
9.	Тема 9. Функциональные пространства и оператор	5	4	10	0	20
10.	Тема 10. Обобщенные производные, пространства Соболева.	5	2	4	0	18
11.	Тема 11. Теория Фредгольма.	5	4	6	0	16
	Итого		54	72	0	234

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Комплексные числа и комплексная плоскость

Комплексные числа, модуль и аргумент комплексного числа, их свойства; действия над комплексными числами. Перевод комплексного числа в тригонометрическую форму. Умножение и деление комплексных чисел в тригонометрической форме. Формула Муавра. Комплексная плоскость; расширенная комплексная плоскость; стереографическая проекция, ее свойства; сфера Римана; множества на плоскости, области и кривые.

Тема 2. Функции комплексного переменного. Дифференцирование функций комплексного переменного.

Функции комплексного переменного; предел функции; непрерывность. Показательная, тригонометрические и гиперболические функции. Формула Эйлера. Обратные тригонометрические, обратные гиперболические функции. Дифференцируемость по комплексной переменной, условия Коши-Римана. Аналитические функции, их связь с гармоническими функциями.

Тема 3. Интегрирование функций комплексного переменного.

Интеграл по комплексной переменной, его простейшие свойства; связь с криволинейными интегралами; сведение к интегралу по действительной переменной. Интегральные теорема Коши. Интегральная формула Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитических функций, формулы Коши для производных; теорема Морера.

Тема 4. Ряды аналитических функций.

Разложение аналитической функции в степенной ряд, единственность; неравенство Коши для коэффициентов степенного ряда; действия со степенными рядами. Нули аналитической функции, порядок нуля; принцип максимума модуля; лемма Шварца. Ряд Лорана, область его сходимости; разложение аналитической функции в ряд Лорана, единственность разложения, формулы и неравенства Коши для коэффициентов; теорема Лиувилля.

Тема 5. Теория вычетов и её применение.

Особые точки; изолированные особые точки, их классификация по поведению функции и ряду Лорана; полюс, порядок полюса; существенная особая точка, теорема Сохоцкого-Вейерштрасса, бесконечно удаленная точка как особая. Вычеты, их вычисление; вычет в бесконечно удаленной точке; теорема Коши о вычетах. Применения вычетов для вычисления контурных интегралов. Применение вычетов для вычисления интегралов Римана.

Тема 6. Основы операционного исчисления.

Оригинал и изображение. Преобразование Лапласа. Обратное преобразование Лапласа. Основные правила, формулы и теоремы операционного исчисления (линейность оператора Лапласа, запаздывание оригинала и изображения, дифференцирование оригинала и изображения, интегрирование оригинала и изображения, теорема о свертке). Решение дифференциальных уравнений при помощи сведения их к операторным уравнениям.

Тема 7. Теория меры и интеграл Лебега.

Построение меры Лебега на прямой, плоскости, в пространстве; общее понятие аддитивной меры; лебеговское продолжение меры. Измеримые функции, их свойства. Определение интеграла Лебега; класс суммируемых функций; предельный переход под знаком интеграла. Связь интеграла Лебега с интегралом Римана. Интеграл Стильтьеса.

Тема 8. Метрические пространства, принцип сжимающих отображений.

Аксиоматическое задание метрических пространств. Примеры метрических пространств. Дискретная метрика. Расстояние в n -мерном пространстве, в пространствах непрерывных и ограниченных функций. Свойства метрических пространств. Изометрия. Принцип сжимающих отображений, его применение. Обобщение принципа сжимающих отображений.

Тема 9. Функциональные пространства и оператор

Линейные пространства. Линейная зависимость и линейная независимость элементов линейных пространств. Базис линейного пространства. Линейное подпространство. Нормированные и банаховы пространства. Линейные операторы и линейные функционалы. Скалярное произведение; евклидово и гильбертово пространство. Понятие о топологическом пространстве.

Тема 10. Обобщенные производные, пространства Соболева.

Сильная и слабая дифференцируемость, связь между ними. Обобщенные производные в пространстве Соболева. Пример функции, дифференцируемой в смысле сильной производной, но не дифференцируемой в смысле слабой производной. Свойства сильной и слабой производной. Теорема вложения. Другие обобщения производной.

Тема 11. Теория Фредгольма.

Интегральные уравнения, их применение. Интегральные уравнения второго рода. Теоремы Фредгольма для интегральных уравнений второго рода с вырожденным ядром. Теоремы Фредгольма для интегральных уравнений второго рода в общем случае. Понятие о теории Фредгольма для операторного уравнения в банаховом пространстве.

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)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 4			
	Текущий контроль		
1	Контрольная работа	ОПК-1 , ПК-2	1. Комплексные числа и комплексная плоскость 2. Функции комплексного переменного. Дифференцирование функций комплексного переменного. 3. Интегрирование функций комплексного переменного. 4. Ряды аналитических функций. 5. Теория вычетов и её применение.
2	Устный опрос	ОПК-1 , ПК-2	1. Комплексные числа и комплексная плоскость 2. Функции комплексного переменного. Дифференцирование функций комплексного переменного. 3. Интегрирование функций комплексного переменного. 4. Ряды аналитических функций. 5. Теория вычетов и её применение. 6. Основы операционного исчисления.
3	Письменное домашнее задание	ОПК-1 , ПК-2	1. Комплексные числа и комплексная плоскость 2. Функции комплексного переменного. Дифференцирование функций комплексного переменного. 3. Интегрирование функций комплексного переменного. 4. Ряды аналитических функций. 5. Теория вычетов и её применение. 6. Основы операционного исчисления.
	Экзамен	ОК-7, ОПК-1, ПК-2	
Семестр 5			
	Текущий контроль		
1	Контрольная работа	ОПК-1 , ПК-2	7. Теория меры и интеграл Лебега. 8. Метрические пространства, принцип сжимающих отображений. 9. Функциональные пространства и оператор
2	Устный опрос	ОПК-1 , ПК-2	7. Теория меры и интеграл Лебега. 8. Метрические пространства, принцип сжимающих отображений. 9. Функциональные пространства и оператор 10. Обобщенные производные, пространства Соболева. 11. Теория Фредгольма.
3	Письменное домашнее задание	ОПК-1 , ПК-2	7. Теория меры и интеграл Лебега. 8. Метрические пространства, принцип сжимающих отображений. 9. Функциональные пространства и оператор 10. Обобщенные производные, пространства Соболева. 11. Теория Фредгольма.
	Зачет	ОК-7, ОПК-1, ПК-2	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 4					
Текущий контроль					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
Семестр 5					
Текущий контроль					
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 4

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5

Содержание аудиторной контрольной работы:

- 1) арифметические действия над комплексными числами;
- 2) извлечение корней из комплексных чисел;
- 3) элементарные функции комплексного переменного;
- 4) аналитичность и дифференцируемость функции комплексного переменного, условия Коши-Римана;
- 5) связь аналитических функций с гармоническими;
- 6) вычисление интегралов от функций комплексного переменного
- 7) исследование комплекснозначного ряда на сходимость;
- 8) разложение аналитической функции в ряд Лорана;
- 9) нахождение особых точек;
- 10) вычисление вычетов в особых точках.

2. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

Примерные вопросы:

Тема 1. Комплексные числа, модуль и аргумент комплексного числа, их свойства; действия над комплексными числами, комплексная плоскость; расширенная комплексная плоскость; стереографическая проекция, ее свойства; сфера Римана; множества на плоскости, области и кривые.

Тема 2. Функции комплексного переменного; предел функции; непрерывность, дифференцируемость по комплексной переменной, условия Коши-Римана, аналитические функции, их связь с гармоническими функциями.

Тема 3. Интеграл по комплексной переменной, его простейшие свойства; связь с криволинейными интегралами; сведение к интегралу по действительной переменной; интегральные теорема и формула Коши; бесконечная дифференцируемость аналитических функций, формулы Коши для производных; теорема Морера.

Тема 4. Последовательности и ряды аналитических функций; равномерная сходимость; степенные ряды, теорема Абеля, формула Коши ? Адамара; разложение аналитической функции в степенной ряд, единственность разложения; неравенство Коши для коэффициентов степенного ряда; действия со степенными рядами; нули аналитической функции, порядок нуля; принцип максимума модуля; лемма Шварца; ряд Лорана, область его сходимости; разложение аналитической функции в ряд Лорана, единственность разложения, формулы и неравенства Коши для коэффициентов; теорема Лиувилля.

Тема 5. Особые точки; изолированные особые точки, их классификация по поведению функции и ряду Лорана; полюс, порядок полюса; существенная особая точка, теорема Сохоцкого-Вейерштрасса, бесконечно удаленная точка как особая; вычеты, их вычисление; вычет в бесконечно удаленной точке; теорема Коши о вычетах; применения вычетов для вычисления контурных интегралов; применение вычетов для вычисления интегралов Римана.

Тема 6. Оригинал и изображение; преобразование Лапласа; основные правила, формулы и теоремы операционного исчисления; нахождение оригинала по изображению; решение дифференциальных уравнений методами операционного исчисления.

3. Письменное домашнее задание

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

Примерные задания:

Тема 1. Комплексные числа, модуль и аргумент комплексного числа, их свойства; действия над комплексными числами, комплексная плоскость.

Тема 2. Функции комплексного переменного; предел функции; непрерывность, дифференцируемость по комплексной переменной, условия Коши-Римана, аналитические функции, их связь с гармоническими функциями.

Тема 3. Интеграл по комплексной переменной, его простейшие свойства; связь с криволинейными интегралами; сведение к интегралу по действительной переменной; интегральные теорема и формула Коши; бесконечная дифференцируемость аналитических функций, формулы Коши для производных.

Тема 4. Последовательности и ряды аналитических функций; степенные ряды, теорема Абеля, разложение аналитической функции в степенной ряд; нули аналитической функции, порядок нуля; ряд Лорана, область его сходимости; разложение аналитической функции в ряд Лорана.

Тема 5. Особые точки; изолированные особые точки, их классификация по поведению функции и ряду Лорана; полюс, порядок полюса; существенная особая точка, теорема Сохоцкого-Вейерштрасса, бесконечно удаленная точка как особая; вычеты, их вычисление; вычет в бесконечно удаленной точке; теорема Коши о вычетах; применения вычетов для вычисления контурных интегралов; применение вычетов для вычисления интегралов Римана.

Тема 6. Нахождение оригинала по изображению; решение дифференциальных уравнений методами операционного исчисления.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Алгебраическая форма комплексного числа. Действия над комплексными числами в алгебраической форме. Комплексно сопряженные числа.
2. Перевод комплексного числа из алгебраической формы в тригонометрическую. Модуль и аргумент комплексного числа.
3. Умножение и деление комплексных чисел в тригонометрической форме.
4. Формула Муавра. Извлечение корня из комплексного числа.
5. Формула Эйлера, следствия из нее. Показательная форма комплексного числа. Умножение, деление, возведение в степень, извлечение корня в показательной форме.
6. Стереографическая проекция расширенной комплексной плоскости. Сфера Римана. Топология расширенной комплексной плоскости.
7. Функция комплексного переменного. Область определения. Множество значений. Однозначная и многозначная функции. Однолиственная функция.
8. Предел комплекснозначной функции в конечной точке и на бесконечности. Определения, примеры. Отличие данных определений от соответствующих определений для функции действительного переменного.
9. Показательная и тригонометрические функции.
10. Связь между обычными и гиперболическими тригонометрическими функциями.
11. Логарифмическая функция. Главное значение. Свойства.
12. Обратные тригонометрические функции.
13. Производная функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана.
14. Аналитическая функция. Гармонические функции. Связь аналитических функций с гармоническими.
15. Интеграл от функции комплексного переменного, его свойства.
16. Интегральные теоремы Коши для односвязной и многосвязной области, их следствия.
17. Теорема Мореры.
18. Интеграл вида .
19. Интегральные формулы Коши для односвязной и многосвязной областей.
20. Теорема о среднем.

21. Принцип максимума модуля.
22. Лемма Шварца, ее геометрический смысл.
23. Аналитичность интеграла Коши.
24. Производные высших порядков от аналитических функций.
25. Разложение аналитической функции в ряд Тейлора. Теорема Коши о представлении аналитической функции рядом Тейлора.
26. Разложение аналитической функции в ряд Лорана.
27. Нули аналитической функции.
28. Устранимая особая точка (определение, критерий).
29. Полюсы (определение, порядок полюса, критерий).
30. Существенно особая точка (определение, критерий). Теорема Сохоцкого-Вейерштрасса.
31. Теорема единственности, её применение. Аналитическое продолжение.
32. Вычеты. Вычет в устранимой особой точке, в полюсе.
33. Теорема Коши о вычетах. Вычет в бесконечно удаленной точке.
34. Вычисление контурных интегралов с помощью вычетов.
35. Вычисление интегралов Римана с помощью вычетов.
36. Определения оригинала и изображения. Интеграл и преобразование Лапласа. Обратное преобразование Лапласа.
37. Единичная функция Хевисайда.
38. Основные правила и формулы операционного исчисления (свойство линейности, дифференцирование и интегрирование оригинала и изображения).
39. Основные теоремы операционного исчисления. Нахождение оригинала по изображению.
40. Решение дифференциальных уравнений методами операционного исчисления.

Семестр 5

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Темы 7, 8, 9

Содержание аудиторной контрольной работы:

- 1) мера;
- 2) интеграл Лебега;
- 3) линейные (векторные) пространства, подпространства;
- 4) базис линейного пространства;
- 5) метрические пространства;
- 6) сжимающие отображения;
- 7) нормированные пространства;
- 8) евклидовы пространства;
- 9) линейные функционалы;
- 10) линейные операторы.

2. Устный опрос

Темы 7, 8, 9, 10, 11

Примерные вопросы:

Тема 7. Построение меры Лебега на прямой; измеримые функции, их свойства; интеграл Лебега, предельный переход под его знаком; связь интеграла Лебега с интегралом Римана; интеграл Стильеса.

Тема 8. Метрические пространства, изометрия; принцип сжимающих отображений, его применение;

Тема 9. Линейные пространства; линейная зависимость и линейная независимость элементов линейных пространств; базис линейного пространства; линейное подпространство; нормированные и банаховы пространства; линейные операторы и линейные функционалы; скалярное произведение; евклидово и гильбертово пространство.

Тема 10. Сильная и слабая дифференцируемость, связь между ними; обобщенные производные в пространстве Соболева, теорема вложения.

Тема 11. Теоремы Фредгольма для интегральных уравнений второго рода с вырожденным ядром; теоремы Фредгольма для интегральных уравнений второго рода в общем случае.

3. Письменное домашнее задание

Темы 7, 8, 9, 10, 11

Примерные задания:

Тема 7. Построение меры Лебега; измеримые функции; интеграл Лебега; предельный переход под знаком интеграла; связь интеграла Лебега с интегралом Римана; интеграл Стильеса.

Тема 8. Метрические пространства, изометрия; принцип сжимающих отображений, его применение.

Тема 9. Линейные пространства; линейная зависимость и линейная независимость элементов линейных пространств; базис линейного пространства; линейное подпространство; нормированные и банаховы пространства; линейные операторы и линейные функционалы; скалярное произведение; евклидово и гильбертово пространство.

Тема 10. Сильная и слабая дифференцируемость; обобщенные производные в пространстве Соболева.

Тема 11. Теоремы Фредгольма для интегральных уравнений второго рода с вырожденным ядром; теоремы Фредгольма для интегральных уравнений второго рода в общем случае.

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Мера Лебега на прямой.
2. Общее понятие меры Лебега.
3. Измеримые функции их свойства.
4. Интеграл Лебега, связь с интегралом Римана.
5. Метрические пространства.
6. Изометрия.
7. Принцип сжимающих отображений, его применение.
8. Обобщение принципа сжимающих отображений.
9. Нормированные пространства.
10. Банаховы пространства.
11. Линейные операторы.
12. Линейные функционалы.
13. Евклидово пространство.
14. Гильбертово пространство.
15. Топологическое пространство.
16. Сильная и слабая дифференцируемость, связь между ними;
17. Обобщенные производные в пространстве Соболева, теорема вложения.
18. Теоремы Фредгольма для интегральных уравнений второго рода с вырожденным ядром.
19. Теоремы Фредгольма для интегральных уравнений второго рода в общем случае.
20. Понятие о теории Фредгольма для операторного уравнения в банаховом пространстве.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 4			
Текущий контроль			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	22
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	4

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	24
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся дается время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 5			
Текущий контроль			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	22
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	4
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	24
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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)

Библиотека учебной и научной литературы - <http://sbiblio.com/biblio>

Единый портал интернет-тестирования - <http://www.i-exam.ru>

Естественно-научный образовательный портал - <http://www.en.edu.ru>

Интернет-портал ресурсов по математике - <http://www.math.ru>

Образовательный математический сайт для студентов, изучающих высшую математику - <http://www.exponenta.ru>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	На лекциях излагается теоретический материал. Причём конспект лекций, остающийся у студентов в результате их прослушивания, не может полностью заменить учебника, его цель - формулировка основных утверждений и определений. Прослушав лекцию, студент должен ознакомиться с более подробным изложением материала в учебниках из списка основной и дополнительной литературы.
практические занятия	Изучение дисциплины подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков на аудиторных практических занятиях, для более глубокого понимания разделов дисциплины, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать частные утверждения.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа - это вид занятия, на котором обучающиеся с определённой долей самостоятельности выполняют различного рода задания, прилагая необходимые для этого умственные усилия и проявляя навыки самоконтроля и самокоррекции. Самостоятельная работа включает в себя: изучение теоретического материала по конспектам лекций и учебникам; выполнение письменных домашних заданий; подготовку к аудиторной контрольной работе; подготовку к теоретическим опросам на практических занятиях; подготовку к зачёту.
устный опрос	Устный опрос на практическом занятии предполагает как опрос теоретического материала по теме занятия, проводимого в его начале, так и опрос предложенных преподавателем практических и теоретических заданий для самостоятельного решения на аудиторном практическом занятии. При подготовке к устному опросу теоретического материала следует ориентироваться на вопросы, указанные в разделе 6.3 рабочей программы, на конспекты лекций, а также учебники из рекомендованного списка литературы.
контрольная работа	При подготовке к аудиторной контрольной работе следует повторить соответствующий теоретический материал, а также просмотреть практические задания, которые разбирались и решались в аудитории и дома. Проводится контрольная работа по индивидуальным заданиям, предложенным преподавателем. Время выполнения контрольной работы 1 час 30 минут. Примерные задания контрольных работ приведены в разделе 6.3 рабочей программы.
письменное домашнее задание	Для выполнения домашних практических заданий обучающийся должен повторить соответствующий теоретический материал, внимательно, с выполнением всех действий на бумаге, разобрать решённые на аудиторном практическом занятии примеры и после этого приступить к решению задач, предложенных для самостоятельного решения. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определённого типа. Закрепить навыки, можно лишь самостоятельно выполнив домашние практические задания. Выполнение домашних заданий проверяется преподавателем на практическом занятии.
экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Проводится в устно-письменной форме по билетам. Каждый билет содержит два теоретических вопроса и примеры. Дается время на подготовку к ответу. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при решении практических заданий. При подготовке к сдаче экзамена необходимо опираться, прежде всего, на конспекты лекций и рекомендованные источники информации, весь объём работы распределять равномерно по дням, отведённым для подготовки к экзамену и контролировать каждый день выполнения работы.
зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Проводится в устно-письменной форме по билетам. Каждый билет содержит два теоретических вопроса и примеры. Дается время на подготовку к ответу. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при решении практических заданий. При подготовке к сдаче зачёта необходимо опираться, прежде всего, на конспекты лекций и рекомендованные источники информации.

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 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.Б.13 Комплексный и функциональный анализ

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Основная литература:

1. Владимирский Б.М., Горстко А.Б., Ерусалимский Я.М. Математика. Общий курс: Учебник для бакалавров. -СПб.: Изд-во 'Лань', 2008. - 960с. ISBN: 978-5-8114-0445-2 (http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=634).
2. Карасёв И.П. Теория функций комплексного переменного. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 216с. - ISBN: 978-5-9221-0960-4. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2190.
3. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной. Лекции и практикум: Учебное пособие. / Под общ. ред. И.М.Петрушко. - СПб.: Изд-во 'Лань', 2010. - 368с. - ISBN: 978-5-8114-1064-4. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=526.
4. Сборник задач по высшей математике: с контрольными работами: 2 курс: учеб. пособие для студентов вузов / Лунгу К.Н, Норин В.П., Письменный Д.Т. и др.; под. ред. Фебина С.Н. - М.: Айрис-пресс, 2011. - 592 с. (40 экз.)
5. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. -572с. -ISBN: 978-5-9221-0266-7. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2206.
6. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Краткий курс функционального анализа: Учебное пособие. -СПб.: Изд-во 'Лань', 2009. -272с. ISBN 978-5-8114-0976-1. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=245.
7. Гуревич А.П., Корнев В.В., Хромов А.П. Сборник задач по функциональному анализу: Учебное пособие. -СПб.: Изд-во 'Лань', 2012. -192с. ISBN 978-5-8114-1274-7. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3175.

Дополнительная литература:

1. Волковський Л.И., Лунц Г.Л., Араманович И.Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного. -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. -312с. -ISBN: 978-5-9221-0264-8. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2763.
2. Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах: Учеб. пособие для вузов. В 2-х частях. Часть 2: -М: ОНИКС: Мир и образование, 2008. -448с.
3. Малышева Н.Б., Розендорн Э.Р. Функции комплексного переменного / Под ред. Э.Р. Розендорна. Учеб. для вузов. -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. -168с. -ISBN: 978-5-9221-0977-2. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2257.
4. Посицельская Л.Н. Теория функций комплексной переменной в задачах и упражнениях. -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. -136с. -ISBN: 978-5-9221-0794-5. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2283.
5. Сборник задач по математике для вузов. Учеб. пособие для студентов вузов. /Абрамова В.В., Бикчурина Л.Ж., Валеева М.И. и др.; под ред. Котляра Л.М., Углова А.Н.; 5-е изд., перераб. и доп. -Наб. Челны: ИНЭКА, 2006. - 472с. (Гриф Министерства образования и науки РФ) (120 экз.)
6. Треногин В.А., Писаревский Б.М., Соболева Т.С. Задачи и упражнения по функциональному анализу: Учебное пособие. -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. -240с. -ISBN: 978-5-9221-0271-0. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2342.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.Б.13 Комплексный и функциональный анализ

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

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

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.