

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. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Комплексный анализ

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Наука о данных

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)
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): ведущий научный сотрудник, д.н. (доцент) Каюмов И.Р. (Научно-образовательный математический центр Приволжского федерального округа, Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского), Ilgis.Kayumov@kpfu.ru ; профессор, д.н. (профессор) Обносов Ю.В. (Кафедра математического анализа, отделение математики), yurii.obnosov@kpfu.ru

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

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

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные понятия теории функций комплексного переменного, определения и свойства математических объектов в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений

Должен уметь:

: решать задачи вычислительного и теоретического характера в области комплексного анализа;

Должен владеть:

математическим аппаратом комплексного анализа, методами решения задач и доказательства утверждений в этой области.

Должен демонстрировать способность и готовность:

1) знать: основные понятия теории функций комплексного переменного, определения и свойства математических объектов в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений;

2) уметь: решать задачи вычислительного и теоретического характера в области комплексного анализа;

3) владеть: математическим аппаратом комплексного анализа, методами решения задач и доказательства утверждений в этой области.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.11 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 02.03.01 "Математика и компьютерные науки (Наука о данных)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 5 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 7 зачетных(ые) единиц(ы) на 252 часа(ов).

Контактная работа - 144 часа(ов), в том числе лекции - 72 часа(ов), практические занятия - 72 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен 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, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Понятие о комплексных числах и действия над ними. Топология комплексной плоскости.	5	8	0	8	0	0	0	4
2.	Тема 2. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. .	5	8	0	8	0	0	0	4
3.	Тема 3. Элементарные голоморфные функции комплексного переменного.	5	7	0	7	0	0	0	4
4.	Тема 4. Криволинейный интеграл от функции комплексного переменного и его свойства. Интегральная теорема Коши.	5	4	0	4	0	0	0	2
5.	Тема 5. Интеграл типа Коши. Ряды с комплексными членами. Ряд Тэйлора.	5	4	0	4	0	0	0	2
6.	Тема 6. Ряд Лорана. Классификация изолированных особых точек. Целые и мероморфные функции. Теория вычетов.	5	7	0	7	0	0	0	20
7.	Тема 7. Аналитическое продолжение. Принцип симметрии Римана-Шварца. Понятие об аналитической функции. Понятие о римановой поверхности.	5	7	0	7	0	0	0	18
8.	Тема 8. Изолированные особые точки аналитических функций. Принцип аргумента.	5	7	0	7	0	0	0	18
9.	Тема 9. Теорема Римана о конформном отображении. Формула Кристоффеля - Шварца. Модулярная функция.	5	7	0	7	0	0	0	0
10.	Тема 10. Теорема Коши о разложении мероморфной функции на простейшие дроби. Разложение целых функций в бесконечные произведения..	5	7	0	7	0	0	0	0
11.	Тема 11. Гармонические функции на плоскости и их свойства.	5	6	0	6	0	0	0	0
	Итого		72	0	72	0	0	0	72

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Понятие о комплексных числах и действия над ними. Топология комплексной плоскости.

1. Понятие о комплексных числах и действия над ними. Изображение комплексных чисел на сфере Римана. Формулы стереографической проекции.
2. Топология комплексной плоскости. Понятие пути и кривой на комплексной плоскости. Области на комплексной плоскости.
3. Комплекснозначные функции комплексного переменного; предел функции, непрерывность, модуль непрерывности. Дифференцируемость функции комплексного переменного.

Тема 2. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. .

1. Дифференцируемость функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Производная функции комплексного переменного. Голоморфные функции.

2. Геометрическая интерпретация R- и C-дифференцируемости. Конформные отображения 1-го и 2-го рода. Геометрический смысл модуля и аргумента производной Гидродинамический смысл C-дифференцируемости.
3. Свойства стереографической проекции: круговое свойство, свойство инвариантности углов, вращение сферы вокруг диаметра параллельного оси x на угол Π .

Тема 3. Элементарные голоморфные функции комплексного переменного.

1. Элементарные функции. дробно-линейная функция. круговое свойство дробно-линейной функции. свойство сохранения симметричных точек при дробно-линейном отображении. групповое свойство. Неподвижные точки дробно-линейных отображений; свойство инвариантности ангармонического отношения четырех точек при дробно-линейном отображении.
2. Дробно-линейные изоморфизмы и автоморфизмы. классификация дробно-линейных отображений.
3. Степенная функция. Функция Жуковского. отображение круговой луночки на профиль крыла самолета (Жуковский Н.Е.). Показательная функция. тригонометрические и гиперболические функции.

Тема 4. Криволинейный интеграл от функции комплексного переменного и его свойства. Интегральная теорема Коши.

1. Криволинейный интеграл от функции комплексного переменного и его свойства.
2. Первообразная. Интегральная теорема Коши для треугольника.
3. Теоремы о существовании локальной первообразной и первообразной вдоль пути. Интегральная теорема Коши и ее обобщения.
4. Интегральная формула Коши. Формула Коши-Грина.

Тема 5. Интеграл типа Коши. Ряды с комплексными членами. Ряд Тэйлора.

1. Интеграл типа Коши. Теоремы о существовании производных высших порядков, о среднем и теорема Морера.
2. Ряды с комплексными членами. Теорема Вейерштрасса. Степенные ряды, теорема Абеля и формула Коши-Адамара.
3. Ряд Тэйлора, теорема Тэйлора, неравенство Коши для коэффициентов ряда Тэйлора, теорема Лиувилля, теорема единственности.

Тема 6. Ряд Лорана. Классификация изолированных особых точек. Целые и мероморфные функции. Теория вычетов.

1. Ряд Лорана, область его сходимости, разложение голоморфной функции в ряд Лорана, единственность разложения, формулы и неравенства Коши для коэффициентов.
2. Классификация изолированных особых точек, устранимая особая точка. Полюс. Существенно особая точка, теорема Сохоцкого. Целые и мероморфные функции. Т
3. Теория вычетов, теорема Коши о вычетах. Теорема о полной сумме вычетов, вычисления вычета в полюсе порядка n . Вычисление некоторых вещественных интегралов, лемма Жордана.

Тема 7. Аналитическое продолжение. Принцип симметрии Римана-Шварца. Понятие об аналитической функции. Понятие о римановой поверхности.

1. Аналитическое продолжение. Элементы аналитических функций. Аналитическое продолжение вдоль пути, теорема единственности. Теорема об инвариантности аналитического продолжения по гомотопным путям.
2. Принцип непрерывного продолжения. Принцип симметрии Римана-Шварца. Понятие об аналитической функции. Теорема Пуанкаре-Вольтерра, теорема о монодромии.
3. Понятие о римановой поверхности. Римановы поверхности некоторых элементарных функций.

Тема 8. Изолированные особые точки аналитических функций. Принцип аргумента.

1. Изолированные особые точки аналитических функций. Теорема о представлении аналитической функции в окрестности ее точки ветвления конечного порядка.
2. Принцип аргумента. Теорема Руше. Принцип сохранения области. Задача о локальном обращении голоморфной функции.
3. Эффективное решение задачи о локальном обращении голоморфной функции, ряд Бурмана-Лагранжа. Принцип максимума модуля и лемма Шварца.

Тема 9. Теорема Римана о конформном отображении. Формула Кристоффеля - Шварца. Модулярная функция.

1. Теорема Римана о конформном отображении и теоремы о соответствии границ. Группы автоморфизмов канонических областей.

2. Формула Кристоффеля - Шварца. Отображение произвольного треугольника. Отображение прямоугольника - эллиптический интеграл первого рода. Эллиптический синус.
3. Понятие об автоморфных и в частности об эллиптических функциях. Модулярная функция. Теоремы Пикара о целых и мероморфных функциях.

Тема 10. Теорема Коши о разложении мероморфной функции на простейшие дроби. Разложение целых функций в бесконечные произведения..

1. Теорема Миттаг-Лефлера (без доказательства). Теорема Коши о разложении мероморфной функции на простейшие дроби.
2. Разложение некоторых элементарных функций в ряд главных частей.
3. Бесконечные произведения, критерии сходимости. Разложение целых функций в бесконечные произведения. Теорема Вейерштрасса (без доказательства). Примеры.

Тема 11. Гармонические функции на плоскости и их свойства.

1. Гармонические функции на плоскости и их свойства. 2. Бесконечная дифференцируемость. 3. Теорема единственности и теорема Лиувилля. 4. Принцип экстремума. 5. Задача Дирихле для односвязной области с жордановой границей. 6. Разложение гармонических функций в ряды, связь с тригонометрическими рядами.

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 науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

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)

Ангилейко И.М., Козлова Р.В. Задачи по теории функций комплексной переменной. Мн.: Выш. школа - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/AngilejkoKozlova1976ru.djvu>

Бицадзе А.В. Основы теории аналитических функций комплексного переменного. М.: Наука, - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Bicadze1969ru.djvu>

Гурвиц А., Курант Р. Теория функций. М.: Наука, - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/GurvicKurant1968ru.djvu>

Евграфов М.А. (ред.) Сборник задач по аналитической теории функций (2-е изд.). М.: Наука - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Evgrafov1972ru.djvu>

Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. М.: Наука - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Lavrentev1946ru.djvu>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Обязательное посещение лекций ведущего преподавателя; лекции - основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал; в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы; в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам.
практические занятия	В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, лекции. Внимательно слушать и конспектировать базовые примеры, разбираемые преподавателем. Задавать уточняющие вопросы в ходе решения базовых задач преподавателем. При решении домашних заданий периодически возвращаться к разобранным на практических занятиях задачах. Своевременно и полностью решать задачи на самостоятельную работу. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Задавать вопросы в тех местах решения задач, вызвавших затруднение при самостоятельной работе. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы,
самостоятельная работа	Основой самостоятельной работы студентов является проработка лекционного материала и выполнение домашних практических заданий. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает следующие ее виды: <input type="checkbox"/> проработку и повторение лекционного материала, используя конспекты лекций, учебники, учебные пособия, методические указания, специальную литературу и ресурсы сети Интернет; <input type="checkbox"/> выполнение домашнего практического задания; <input type="checkbox"/> подготовка к контрольным работам.
экзамен	На экзамене проводится комплексная проверка как практических, так и теоретических знаний и умений, полученных студентами в учебном году. Необходимо обратить особое внимание на узловые темы комплексного анализа: 1. Понятие о комплексных числах и действиях над ними; 2. Понятие голоморфной функции; 3. Интегральная теорема Коши; 4. Ряды Тейлора и Лорана; 5. Понятие об аналитической функции; 6. Теорема Римана.

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 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" и профилю подготовки "Наука о данных".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Наука о данных

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Основная литература:

1. Половинкин, Е. С. Теория функций комплексного переменного : учебник / Е.С. Половинкин. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 254 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - www.dx.doi.org/10.12737/6014. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/752312> (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Свешников, А. Г. Теория функций комплексной переменной: учебник / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов, - 6-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 336 с.: ISBN 978-5-9221-0133-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544573> (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной : учебное пособие / И. М. Петрушко, А. Г. Елисеев, В. И. Качалов, С. Ф. Кудин. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-1064-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/526> (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного: учебник / И. И. Привалов. - 15-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 432 с. - ISBN 978-5-8114-0913-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/322> (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Волковыский, Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного : учебное пособие / Л. И. Волковыский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - 4-е изд., перераб. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 312 с. - ISBN 5-9221-0264-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2763> (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Киясов С. Н. Введение в теорию функций комплексного переменного - примеры и задачи: методические указания/ Казан. гос. ун-т, Мех.-мат. фак. ; сост.: С. Н. Киясов, Ю. В. Обносков, Л. Г. Салехов.- Электронные данные (1 файл: 0,41 Мб).- (Казань : Казанский федеральный университет, 2014). - Загл. с экрана. - Оригинал копии: Введение в теорию функций комплексного переменного - примеры и задачи : (методические указания) / Казан. гос. ун-т, Мех.-мат. фак. ; сост.: С. Н. Киясов, Ю. В. Обносков, Л. Г. Салехов. - Казань: КГУ, 2004. - 35 с. - Текст : электронный. - URL: <http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-746576.pdf> (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: открытый.

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

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

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Наука о данных

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.