

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ФМИАТ

от « 16 » 06 2020 г., протокол № 5/20
Председатель _____ / Волков М.А.
подпись, расшифровка подписи
« 16 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Комплексный анализ
Факультет	Математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Прикладной математики
Курс	1

Направление (специальность): **01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль/специализация): Имитационное моделирование и анализ данных

Форма обучения: очная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 1 » 09 2020 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Фролова Ю.Ю.	ПМ	Доцент, к.ф.м.н.

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой прикладной математики, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедры прикладной математики
 _____ / Бутов А.А. / <small>Подпись</small> <small>ФИО</small> « 25 » 05 2020 г.	 _____ / Бутов А.А. / <small>Подпись</small> <small>ФИО</small> « 25 » 05 2020 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цели освоения дисциплины: овладение углубленными знаниями по теории функций комплексного переменного, развитие навыков самостоятельного решения задач по дисциплине.

Задачи освоения дисциплины: формирование фундаментальных знаний об основах теории функций комплексного переменного, приобретение умений и навыков решения основных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:


Учебная дисциплина «Комплексный анализ» является одной из дисциплин по выбору, осваиваемых студентами, которые обучаются на специальностях математического профиля. Дисциплина входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы. Основные положения дисциплины входят в число фундаментальных фактов математического анализа, использующихся наряду с действительным анализом во многих разделах чистой и прикладной математики.

Данная дисциплина базируется на знаниях, умениях, навыках и компетенциях студента, полученных им в результате освоения дисциплин: Математический анализ, Алгебра и геометрия, Дискретная математика и математическая логика, Информатика и программирование, Введение в математику, Комбинаторика, Дифференциальные уравнения, Проектная деятельность, Операционные системы, Теория систем и системный анализ, Численные методы, Технологическая (проектно-технологическая) практика, Модели физиологии, Статистические пакеты обработки данных, Функциональный анализ, Технологическая (проектно-технологическая) практика, Теория вероятностей и математическая статистика


Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении последующих дисциплин: Теория случайных процессов, Дополнительные главы математической статистики, Теория игр и исследование операций, Комплексный анализ, Предельные теоремы для семимартингалов, Теория массового обслуживания, Дополнительные главы теории случайных процессов, Теория случайных блужданий, Стохастические модели, оценки и управление, Компьютерные модели случайных процессов, Математические основы численного анализа, Программирование на Python, Научно-исследовательская работа, Управляемые стохастические системы данных, Информатизация общества, Системы принятия решений, История и методы прикладной математики, История и методология компьютерных наук, Основы нейронных сетей, Преддипломная практика, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-2 -способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации	знать: основные понятия теории функции комплексного переменного, такие как: комплексные числа, функции комплексного переменного, аналитические функции, ряды аналитических функций, вычеты,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

			семинары	практикумы	ной форме	работа	
1	2	3	4	5	6	7	8
6 семестр							
1. Комплексные числа	18	6	6			6	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
2. Дифференцируемость комплексных функций	12	4	4			4	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
3. Элементарные функции	12	4	4			4	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
4. Дробно-линейное отображение	12	4	4			4	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
5. Интеграл	12	4	4			4	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
6. Ряды Лорана	12	4	4			4	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
7. Вычисление интегралов	18	6	6			6	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
8. Основы геометрической теории	12	4	4			4	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
Экзамен							
Итого	108	36	36			36	
Всего	108	36	36			36	

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Тема 1. Комплексные числа.

Тригонометрическая форма комплексного числа, модуль и аргумент. Геометрическая интерпретация комплексного числа. Умножение, деление и возведение в степень (формула Муавра) чисел, заданных в тригонометрической форме. Нахождение обратного числа. Формула извлечения корня n -ой степени

Тема 2. Дифференцируемость комплексных функций.

Условия Коши-Римана дифференцируемости функции. Геометрический смысл производной. Конформные отображения (первого и второго рода). Гармонические функции.

Тема 3. Элементарные функции.

Явные формулы для функций: $\text{Exp}(z)$, $\text{Sin}(z)$, $\text{Cos}(z)$, $\text{Ln}(z)$. Алгоритм вычисления функций $\text{Arcsin}(z)$, $\text{Arccos}(z)$, $\text{Arctg}(z)$, $\text{Arcctg}(z)$. Отображение плоскости, заданные формулами $f(z)=z^2$, $f(z)=1/z$.

Тема 4. Дробно-линейное отображение.

Свойства дробно-линейного отображения: конформность, круговое свойство, свойство симметрии. Задание дробно-линейного отображения по 3 точкам. Инверсия.

Тема 5. Интеграл.

Интеграл вдоль кривой и его свойства. Теорема Коши. Теорема Коши для односвязной области. Формула Коши. Степенные ряды и операции над ними. Дифференцируемость степенных рядов в круге сходимости. Разложение аналитической функции в ряд Тейлора. Бесконечная дифференцируемость аналитических функций. Теорема Лиувилля. Основная теорема алгебры. Существование первообразной. Теорема Морера. Эквивалентные определения аналитической функции.

Тема 6. Ряды Лорана

Ряд Лорана и область его сходимости. Разложение в ряд Лорана функции, аналитичной в кольце. Классификация изолированных особых точек. Теорема Сохоцкого. Бесконечность как изолированная особая точка.

Тема 7. Вычисление интегралов


Вычеты и их вычисление. Вычет в бесконечности. Вычисление вещественных интегралов. Вычисление вещественных интегралов при помощи леммы Жордана.

Тема 8. Основы геометрической теории.

Теорема единственности. Примеры применения. Риманова поверхность для корня и $\text{Ln}(z)$. Функция Жуковского. Функция $\sin(z)$ как конформное отображение. Принцип аргумента. Теорема Руше. Лемма о сохранении области. Принцип максимума. Теорема Римана (доказательство единственности).

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Операции над комплексными числами
2. Дифференцируемость комплексных функций.
3. Элементарные функции.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

4. Дробно-линейное отображение.
5. Ряды Лорана и Тейлора, изолированные особые точки.
6. Вычисление комплексных и вещественных интегралов. Вычеты.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ


Выполнение курсовых работ и рефератов не предусмотрено учебным планом.

*Примерная тематика контрольных работ по дисциплине
«Комплексный анализ»:*

1. Комплексные числа.
2. Интеграл.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ 6 семестр

1. Геометрическая интерпретация комплексного числа.
2. Нахождение тригонометрической формы комплексного числа.
3. Умножение, деление и возведение в степень (формула Муавра) чисел, заданных в тригонометрической форме.
4. Формула извлечения корня n-ой степени.
5. Применение условий Коши-Римана для изучения аналитичности функции.
6. Нахождение аналитической функции по гармонической компоненте.
7. Явные формулы для функций: $\text{Exp}(z)$, $\text{Sin}(z)$, $\text{Cos}(z)$, $\text{Ln}(z)$, степень с произвольным показателем, гиперболические функции.
8. Алгоритм вычисления функций $\text{Arcsin}(z)$, $\text{Arccos}(z)$, $\text{Arctg}(z)$, $\text{Arcctg}(z)$.
9. Нахождение образа обобщенной окружности при дробно-линейном отображении.
10. Нахождение образа области, ограниченной частями обобщенных окружностей, при дробно-линейном отображении.
11. Нахождение образа области, ограниченной отрезками прямых, при отображении $\text{Exp}(z)$.
12. Ряды Тейлора функций $\text{Exp}(z)$, $\text{Sin}(z)$, $\text{Cos}(z)$, $\ln(1+z)$, $(1+z)^a$ и области их сходимости.
13. Разложение функций в ряд Лорана (Тейлора) в заданном кольце, нахождение области сходимости ряда Лорана (Тейлора).
14. Определение типа изолированной особой точки (в том числе бесконечной): а) с помощью изучения предела; б) путем разложения в ряд Лорана.
15. Нахождение вычета в конечной точке: а) полюс первого порядка - путем вычисления предела, 2 формулы; б) формула вычета для полюса k-ого порядка; в) нахождение коэффициента C_{-1} – для произвольного типа особой точки.
16. Нахождение вычета в бесконечной точке: а) использование теоремы о полной сумме вычетов; б) равенство нулю вычета в бесконечности для быстро убывающей рациональной функции; в) нахождение коэффициента $-C_{-1}$.
17. Вычисление комплексных интегралов вдоль кусочно-гладкой кривой: а) с использованием параметризации; б) путем вычисления вычетов внутри области; в) путем вычисления вычета в бесконечности и использование теоремы о полной сумме вычетов.


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

18. Применение комплексных интегралов для вычисления вещественных интегралов: а) рациональных функций; б) рациональных функций от $\sin(z)$ и $\cos(z)$; в) вычисление вещественных интегралов при помощи леммы Жордана.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения: очная.

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
6 семестр			
1. Комплексные числа	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	6	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
2. Дифференцируемость комплексных функций	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос, проверка решения задач
3. Элементарные функции	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
4. Дробно-линейное отображение	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
5. Интеграл	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
6. Ряды Лорана	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
7. Вычисление интегралов	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к контрольной работе, подготовка к сдаче экзамена	6	устный опрос, проверка решения задач, контрольная работа
8. Основы геометрической теории	Проработка учебного материала, решение задач, подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос, проверка решения задач

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная

1. Маркушевич А. И. Краткий курс теории аналитических функций : учеб. пособие для ун-тов / Маркушевич Алексей Иванович. - 4-е изд., испр. и доп. - Москва : Наука, 1978.
2. Шабат Б. В. Введение в комплексный анализ : учебник для ун-тов. Ч. 1 : Функции одного переменного / Шабат Борис Владимирович. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Наука, 1985.
3. Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного : учебник для вузов / И. И. Привалов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 402 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-01450-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/444949>

дополнительная

1. Веревкин, А. Б. Введение в комплексный анализ : учеб. пособие для 3 курса мех.-мат. фак. / А. Б. Веревкин, В. М. Петроградский ; УлГУ. - Ульяновск, 1997.
2. Волковыский Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного : учеб. пособие для вузов / Волковыский Лев Израилевич, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - 4-е изд., перераб. - Москва : Физматлит, 2002.
3. Посицельская Л.Н., Теория функций комплексной переменной в задачах и упражнениях. / Посицельская Л. Н. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 136 с. - ISBN 978-5-9221-0794-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922107945.html>
4. Аксенов, А. П. Теория функций комплексной переменной в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. П. Аксенов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 313 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-7417-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/434511>
5. Червон, С. В. Теория функций комплексной переменной : учеб. пособие / С. В. Червон, С. Л. Вельмисова ; УлГУ. - Ульяновск : УлГУ, 2012. - URL : <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/235/chervon.pdf>

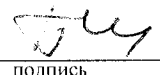
Учебно-методическая

1. Фролова Ю.Ю. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Комплексный анализ» / составитель: Фролова Ю.Ю. – Ульяновск: УлГУ, 2019. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/8387>


Согласовано:

Гл. библиотекарь НБ УлГУ
Должность сотрудника научной библиотеки

/ Полина Н.Ю. /
ФИО


подпись

дата

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

б) Программное обеспечение: МойОфис Стандартный, Альт Рабочая станция 8.

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2020]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2020]. - URL: <https://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2020]. – URL: http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch_kit/x2019-128.html. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2020]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2020]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.6. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=e3ddfb99-a1a7-46dd-a6eb-2185f3e0876a%40sessionmgr4008>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2020].

3. Базы данных периодических изданий:


3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2020]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2020]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2020]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Национальная электронная библиотека : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2020]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. SMART Imagebase // EBSCOhost : [портал]. – URL:

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

<https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

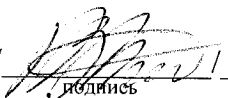
7.1. Электронная библиотека УлГУ : модуль АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

7.2. Образовательный портал УлГУ. – URL: <http://edu.ulsu.ru>. – Режим доступа : для зарегистр. пользователей. – Текст : электронный.


Согласовано:

Зам.начальника УИТиТ
Должность сотрудника УИТиТ

Клочкова А.В.
ФИО


подпись

дата

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

Разработчик

подпись



должность

доцент

ФИО

Фролова Ю.Ю.