

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
научной работе

Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ»

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) образовательной программы – Прикладная математика и информатика

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2022

Форма обучения – Очная

Курс 2 Семестр 4

Зачет 4 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель Н.Н. Максимова, доцент, канд. физ.-мат. наук

Факультет математики и информатики

Кафедра математического анализа и моделирования

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 10.01.2018 № 9

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математического анализа и моделирования

01.09.2022 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Максимова Н.Н. Максимова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Максимова Н.Н. Максимова

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- повышение уровня фундаментальной подготовки по математике;
- развитие навыков использования понятий и методов теории функций комплексного переменного;
- обучение основным понятиям и методам теории функций комплексного переменного, применяемых при решении фундаментальных и прикладных задач в области математического анализа и функционального анализа, дифференциальных уравнений и уравнений математической физики.

Задачи дисциплины:

- овладение основными понятиями и методами комплексного анализа для исследования и решения задач алгебры, анализа, дифференциальных уравнений;
- ознакомление с приложениями теории функций комплексного переменного при построении моделей естествознания и исследовании физических явлений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Комплексный анализ» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика». Изучение курса базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Математический анализ», «Алгебра и геометрия». Освоение комплексного анализа необходимо для изучения дисциплин фундаментальной и прикладной математики.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименования общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИДК-1ОПК-1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук ИДК-2ОПК-1 Умеет использовать в профессиональной деятельности знания, полученные в области математических и (или) естественных наук ИДК-3ОПК-1 Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических сведений

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

- 4.5 – ЛР (Лабораторные работы)
 4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки
 4.7 – ИКР (Иная контактная работа)
 4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)
 4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)
 5 – Контроль (в академических часах)
 6 – Самостоятельная работа (в академических часах)
 7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Комплексные числа. Основные понятия	4	4		4								6	Домашние задания Самостоятельная работа «Комплексные числа и действия над ними»
2	Функция комплексной переменной	4	2		2								2	Домашние задания
3	Дифференцируемость функции комплексной переменной	4	4		4								2	Домашние задания
4	Элементарные функции комплексной переменной	4	4		4								8	Домашние задания Конспект «Элементарные функции комплексного переменного и их свойства»
5	Интегрирование функций комплексной переменной	4	4		4								2	Домашние задания
6	Теория интегралов Коши	4	4		4								6	Домашние задания Контрольная работа «Интегралы от функции комплексного переменного»
7	Ряды с комплексными членами	4	4		4								2	Домашние задания
8	Ряды Тейлора и Лорана	4	4		4								6	Домашние задания Индивидуальное задание «Разложение функций в

													ряд Тейлора и Лорана»
9	Изолированные особые точки аналитической функции. Вычеты	4	4		4							5.8	Домашние задания Конспект «Особые точки и их классификация»
10	Зачет	4							0.2				Подготовка к зачету
	Итого		34.0		34.0		0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	39.8	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Комплексные числа. Основные понятия	Определение комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Показательная форма комплексного числа. Сфера Римана. Бесконечно удалённая точка. Задание кривых и областей на комплексной плоскости. Окрестности точек комплексной плоскости.
2	Функция комплексной переменной	Определение функции комплексной переменной. Действительная и мнимая часть функции комплексной переменной. Предел функции комплексного переменного. Непрерывность функции комплексного переменного.
3	Дифференцируемость функции комплексной переменной	Определение производной. Аналитичность функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана (Даламбера-Эйлера). Геометрический смысл производной. Гармоничность действительной и мнимой частей дифференцируемой функции.
4	Элементарные функции комплексной переменной	Степенная функция. Показательная функция. Тригонометрические функции. Гиперболические функции. Логарифмическая функция. Общая показательная и общая степенная функции. Обратные тригонометрические и обратные гиперболические функции.
5	Интегрирование функций комплексной переменной	Интеграл от функции комплексного переменного. Свойства интеграла от функции комплексного переменного. Интегральная теорема Коши. Первообразная аналитической функции.
6	Теория интегралов Коши	Интеграл от функций $(z - z_0)^n$. Интегральная формула Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Применение интегральных формул Коши к вычислению интегралов.
7	Ряды с комплексными членами	Числовые ряды с комплексными членами. Степенные комплексные ряды.
8	Ряды Тейлора и Лорана	Ряд Тейлора. Стандартные разложения. Ряд

		Лорана. Приемы разложения функций в ряд Лорана.
9	Изолированные особые точки аналитической функции. Вычеты	Нули аналитической функции. Изолированные особые точки. Теорема о связи нулей и полюсов. Вычет аналитической функции в особой точке. Вычет в устранимой особой точке. Вычеты в полюсах. Вычет в существенно особой точке. Основная теорема о вычетах. Бесконечно удалённая особая точка. Вычет функции в бесконечно удалённой особой точке.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Занятие 1-2	Алгебраические операции над комплексными числами. Тригонометрическая форма комплексного числа. Возведение в степень и извлечение корня. Формула Муавра. Формула Эйлера. Показательная форма комплексного числа.
Занятие 3	Определение функции комплексной переменной. Действительная и мнимая часть функции комплексной переменной. Предел функции комплексного переменного. Непрерывность функции комплексного переменного.
Занятие 4-5	Определение производной. Аналитичность функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана (Даламбера-Эйлера). Геометрический смысл производной. Гармоничность действительной и мнимой частей дифференцируемой функции.
Занятие 6-7	Степенная функция. Показательная функция. Тригонометрические функции. Гиперболические функции. Логарифмическая функция. Общая показательная и общая степенная функции. Обратные тригонометрические и обратные гиперболические функции.
Занятие 8-9	Интеграл от функции комплексного переменного. Свойства интеграла от функции комплексного переменного. Интегральная теорема Коши. Первообразная аналитической функции.
Занятие 10-11	Интеграл от функций $(z - z_0)^n$. Интегральная формула Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Применение интегральных формул Коши к вычислению интегралов.
Занятие 12-13	Числовые ряды с комплексными членами. Степенные комплексные ряды.
Занятие 14-15	Ряд Тейлора. Стандартные разложения. Ряд Лорана. Приемы разложения функций в ряд Лорана.
Занятие 16-17	Нули аналитической функции. Изолированные особые точки. Теорема о связи нулей и полюсов. Вычет аналитической функции в особой точке. Вычет в устранимой особой точке. Вычеты в

	полюсах. Вычет в существенно особой точке. Основная теорема о вычетах. Бесконечно удалённая особая точка. Вычет функции в бесконечно удалённой особой точке.
--	--

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Комплексные числа. Основные понятия	Домашние задания Самостоятельная работа «Комплексные числа и действия над ними»	6
2	Функция комплексной переменной	Домашние задания	2
3	Дифференцируемость функции комплексной переменной	Домашние задания	2
4	Элементарные функции комплексной переменной	Домашние задания Конспект «Элементарные функции комплексного переменного и их свойства»	8
5	Интегрирование функций комплексной переменной	Домашние задания	2
6	Теория интегралов Коши	Домашние задания Контрольная работа «Интегралы от функции комплексного переменного»	6
7	Ряды комплексными членами	Домашние задания	2
8	Ряды Тейлора и Лорана	Домашние задания Индивидуальное задание «Разложение функций в ряд Тейлора и Лорана»	6
9	Изолированные особые точки аналитической функции. Вычеты	Домашние задания Конспект «Особые точки и их классификация»	5.8

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 – Прикладная математика и информатика реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной творческой работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. При преподавании дисциплины «Комплексный анализ» используются как традиционные (лекция, проблемная лекция, лекция-семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора при изучении отдельных тем,

применение рейтинговой системы оценки знаний студентов, «мозговой штурм», «метод проектов», возможно использование ресурсов сети Internet и электронных учебников).

Лекционные и практические занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной форм обучения.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине.

Текущий контроль за аудиторной и самостоятельной работой обучаемых осуществляется во время проведения лекционных и практических занятий посредством устного опроса по контрольным вопросам соответствующего раздела. Промежуточный контроль осуществляется в семестре в виде проверки конспектов, самостоятельных, контрольных и индивидуальных заданий. Итоговый контроль осуществляется после успешного прохождения студентами текущего и промежуточного контроля в виде зачета.

Зачет сдается непосредственно перед экзаменационной сессией. Необходимым условием допуска на зачет является сдача всех индивидуальных заданий.

Примерные вопросы к зачету

1. Комплексные числа. Модуль, аргумент, тригонометрическая форма, геометрическая интерпретация комплексного числа.
2. Область, граница, граничная точка. Функция комплексного переменного. Линейная функция и линейное отображение.
3. Предел функции комплексного переменного. Дифференцируемость и аналитичность.
4. Геометрический смысл модуля и аргумента функции комплексного переменного.
5. Степенные функции $w = z^n$ и $w = z^{1/n}$. Основные свойства.
6. Функция Жуковского $w = (z + 1/z)/2$. Основные свойства.
7. Показательная функция $w = e^z$ и логарифм $w = \ln z$. Основные свойства.
8. Тригонометрические и гиперболические функции. Основные свойства.
9. Интеграл от функции комплексного переменного.
10. Интегральная теорема Коши.
11. Вычисление интеграла от аналитической функции.
12. Вычисление интегралов от функций вида $1/(z - z_0)^n$.
13. Интеграл Коши. Интегральная формула Коши.
14. Производные высших порядков от аналитических функций.
15. Числовые ряды с комплексными членами. Свойства сходящихся рядов.
16. Степенные комплексные ряды.
17. Ряд Тейлора.
18. Ряд Лорана.
19. Нули аналитической функции.
20. Изолированные особые точки.
21. Вычет аналитической функции в особой точке.
22. Основная теорема о вычетах.
23. Бесконечно удаленная особая точка. Вычет относительно бесконечно удаленной точки.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного : учебник для вузов / И. И. Привалов. — 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-9392-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193364> (дата обращения: 17.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной : учебное пособие / И. М. Петрушко, А. Г. Елисеев, В. И. Качалов, С. Ф. Кудин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1064-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210425> (дата обращения: 17.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Пантелеев, А. В. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, А. С. Якимова. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1921-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212138> (дата обращения: 17.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Ткаченко С.В. Задания для мониторинга знаний студентов по теории функций комплексного переменного [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Ткаченко, И.А. Седых, О.А. Митина. – Электрон. текстовые данные. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. – 48 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64866.html>
5. Максимова, Н.Н. Комплексные числа: учеб.-метод. пособие / Н.Н. Максимова; Амур. гос. ун-т, Фак. математики и информатики, Каф. мат. анализа и моделирования. - Благовещенск: АмГУ, 2021. - 47 с. - Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11707.pdf

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
2	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html на условиях https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html .
3	7-Zip	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL http://www.7-zip.org/license.txt .
4	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
5	http://www.amursu.ru	Официальный сайт ФГОУ ВО «Амурский государственный университет»
6	http://www.iprbookshop.ru/	Научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу
7	http://e.lanbook.com	Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» – тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки. Ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://scholar.google.ru/	GoogleScholar – поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
2	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
3	http://neicon.ru	Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно- информационного консорциума (НЭИКОН)
4	https://uisrussia.msu.ru/	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ).
5	http://www.mathnet.ru/	Math- Net.Ru. Общероссийский математический портал. Современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности в поиске информации о математической жизни в России.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции и практические занятия проводятся в стандартной аудитории, оснащенной в соответствии с требованиями преподавания теоретических дисциплин, включая мультимедиа- проектор. При изучении дисциплины используется основное необходимое материально- техническое оборудование: мультимедийные средства, Интернет- ресурсы, доступ к полнотекстовым электронным базам, книжный фонд научной библиотеки Амурского государственного университета.

Данное оборудование применяется при изучении дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, которые предусмотрены учебным планом и соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.