

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шамсутдинов Рустам Садаватович
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 22.05.2024 16:34:02
Уникальный программный ключ:
084431041bf624ef36a46b0c0e229fcaadb77cb9

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Альметьевский филиал



УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала

С.В. Юдина

«28»

03

2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«Б1.О.07.08 Теория функций комплексного переменного»

Квалификация: **бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Направление подготовки: **44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

Направленность (профиль): **Математика и физика**

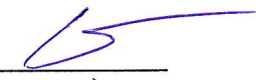
Альметьевск 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 125

Разработчик (и):

Герасимова Ольга Юрьевна, канд. пед. наук

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

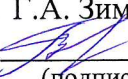
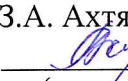

(подпись)

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры ЕНДиИТ протокол от «16» марта 2022г. № 7.

Заведующий кафедрой ЕНДиИТ, С.В. Юдина, д-р экон.наук, профессор

Рабочая программа дисциплины (модуля)	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
ОДОБРЕНА	Кафедра, ответственная за ОП	16.03.2022	№ 7	зав. кафедрой С.В. Юдина  (подпись)
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия АФ КНИТУ-КАИ	23.03.2022	№ 1	председатель УМК Г.М. Муфахарова  (подпись)
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека АФ КНИТУ-КАИ	16.03.2022	-	библиотекарь Г.А. Зимина  (подпись)
СОГЛАСОВАНА	Учебно-методический отдел АФ КНИТУ-КАИ	16.03.2022	-	заведующая УМО З.А. Ахтямова  (подпись)

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)

Цель обучения является получение знаний основных понятий теории функции комплексного переменного, таких как: комплексные числа, функции комплексного переменного, аналитические функции, ряды аналитических функций, теория вычетов, преобразование Лапласа и операционное исчисление.

1.2 Задачи дисциплины (модуля)

- приобретение обучающимися знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, овладение фундаментальными основами математического образования;

- научить использовать основные понятия и методы теории аналитических функций комплексного переменного и операционного исчисления в процессе дальнейшего обучения и применение для решения задач в области прикладной математики и физики.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) образовательной программы.

1.4 Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебной работы) и на самостоятельную работу обучающихся представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1, а – Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы, в т.ч. проводимые с использованием ЭО и ДОТ											
		<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (аудиторная работа)</i>							<i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа)</i>				
		Лекции/в т.ч. в форме практической подготовки	Лабораторные работы/в т.ч. в форме практической подготовки	Практические занятия//в т.ч. в форме практической подготовки	Курсовая работа (консультации, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
8	3 ЗЕ/108	16	–	16	–	–	2	0,2	–	–	40	33,8	Экзамен
Итого	3 ЗЕ/108	16	–	16	–	–	2	0,2	–	–	40	33,8	

1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Формируемые компетенции

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-4 _{УК-1} Выявляет естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекает для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Знает: основные понятия теории функций комплексного переменного; основные методы теории функций комплексного переменного. Умеет: вычислять пределы, производные, интегралы в комплексной области, строить простейшие конформные отображения и применять их в профессиональной деятельности Владеет: основными методами классических разделов теории функций комплексного переменного.
ПК-1	Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ИД-1 _{ПК-1} Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета)	Знает: свойства функций комплексного переменного, описывающие математические модели конкретных процессов Умеет: определять возможности применения теоретических положений и методов теории функций теории функций комплексного переменного для остановки и решения конкретных прикладных задач

			Владеет: навыками использования стандартных методов теории функций комплексного переменного и операционного исчисления и их применения к решению прикладных задач
--	--	--	---

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1 Структура дисциплины (модуля)

Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам, с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных работ приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1, а – Разделы дисциплины (модуля) и виды учебной работы (очная форма обучения)

Наименование разделов дисциплины (модуля)	Всего (час)	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (в час)			Индивидуальная контактная работа	Самостоятельная работа: проработка учебного материала (самоподготовка), выполнение курсовой работы/проекта, подготовка к ПА
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
Семестр 8						
Раздел № 1. Комплексные числа. Последовательности комплексных чисел. Аналитические функции.	22	4	–	4	–	14
Раздел № 2. Комплексный криволинейный интеграл. Функциональные последовательности и ряды. Степенные ряды. Ряд Тейлора.	25	6	–	6	–	13
Раздел № 3. Изолированные особые точки. Теория вычетов и их приложения. Операционное исчисление.	25	6	–	6	–	13
Экзамен	36	–	–	–	2,2	33,8
Итого за 8 семестр	108	16	–	16	2,2	73,8
Итого по дисциплине	108	16	–	16	2,2	73,8

2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

Раздел № 1. Комплексные числа. Последовательности комплексных чисел. Аналитические функции.

Определение комплексного числа. Действительная и мнимая части числа. Сложение и умножение комплексных чисел. Мнимая единица, алгебраическая форма комплексного числа. Сопряженные числа, равенство комплексных чисел. Комплексная плоскость S . Операции вычитания и деления комплексных чисел. Геометрическая интерпретация комплексных чисел и операций сложения и вычитания. Модуль и аргумент комплексного числа. Главное

значение аргумента. Неравенства треугольника. Тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Теоремы о модуле и аргументе произведения и частного комплексных чисел. Возведение комплексного числа в натуральную степень. Формула Муавра. Теорема о пределах действительной и мнимой частей последовательности. Критерий Коши для предела последовательности. Ограниченная и неограниченная последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Неограниченно возрастающая последовательность. Бесконечно удаленная точка. Сфера Римана. Однозначная функция комплексного переменного. Многозначная функция. Геометрическая интерпретация понятия функции. Однолистное отображение и однолистная функция. Область определения и область однолистности функции. Обратная функция. Однозначная ветвь многозначной обратной функции. Предел функции комплексного переменного в конечной точке. Теорема о пределах действительной и мнимой частей функции. Критерий Коши для предела функции. Непрерывность функции. Теорема о действительной и мнимой частях непрерывной функции. Предел и непрерывность функции в бесконечно удаленной точке.

Раздел № 2. Комплексный криволинейный интеграл. Функциональные последовательности и ряды. Степенные ряды. Ряд Тейлора.

Определение и свойства интеграла по комплексному переменному. Теоремы о связи комплексного интеграла с криволинейным интегралом второго рода и с определенным интегралом. Теорема об интегрируемости непрерывной функции по спрямляемой кривой. Формула замены переменного интегрирования. Лемма об оценке модуля интеграла. Контурный интеграл. Теорема Коши для односвязной области. Обобщение теоремы Коши на случай многосвязной области. Следствие из теоремы Коши о независимости комплексного криволинейного интеграла от пути интегрирования. Теорема об интеграле с переменным верхним пределом. Первообразная функции и неопределенный интеграл от функции в области. Формула Ньютона-Лейбница для криволинейного интеграла от аналитической функции. Формула интегрирования по частям для функций аналитических в односвязной области. Интегральная формула Коши. Числовые ряды с комплексными числами. Сумма ряда. Критерий Коши для комплексных рядов. Необходимое условие сходимости ряда. Теорема о сходимости абсолютно сходящегося ряда. Достаточные признаки Даламбера и Коши абсолютной сходимости ряда. Признак сравнения. Область сходимости и сумма функционального ряда. Равномерно сходящийся функциональный ряд. Достаточный признак Вейерштрасса равномерной сходимости. Критерий Коши для равномерной сходимости функционального ряда. Теоремы о непрерывности суммы и

почленном интегрировании равномерно сходящегося функционального ряда. Теорема Вейерштрасса о свойствах равномерно сходящегося функционального ряда, членами которого являются аналитические функции: аналитичность суммы ряда, теорема о почленном дифференцировании ряда, равномерная сходимости ряда из производных.

Раздел № 3. Изолированные особые точки. Теория вычетов и их приложения. Операционное исчисление.

Область сходимости ряда Лорана. Теорема о разложении функции, аналитической в кольце, в ряд Лорана. Правильная точка функции. Классификация изолированных особых точек однозначной аналитической функции. Теоремы о поведении аналитической функции в окрестности устранимой особой точки, полюса и существенно особой точки. Теорема о связи между нулем и полюсом функции. Теорема Сохоцкого. Разложение аналитической функции в ряд Лорана в окрестности бесконечно удаленной точки. Вычет аналитической функции в конечной изолированной особой точке. Формулы вычисления вычета в полюсе первого и произвольного порядка. Вычет в бесконечно удаленной точке. Основная теорема теории вычетов. Теорема о сумме вычетов. Вычисление интегралов по границе области при помощи вычетов. Лемма Жордана. Приложения теории вычетов к вычислению определенных и несобственных интегралов. Преобразование Лапласа. Изображение Лапласа и оригинал. Сходимость интеграла Лапласа и область аналитичности изображения Лапласа. Изображение единичной функции Хевисайда, показательной и степенной функций. Основные теоремы операционного исчисления: линейность изображения, теорема подобия, теорема запаздывания, изображение производной, изображение интеграла, изображение свертки, дифференцирование изображения, интегрирование изображения, свойство смещения. Изображения элементарных функций.

2.3 Курсовая работа (курсовой проект)

Не предусмотрен(а) учебным планом.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля).

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине (модулю).

Комплект оценочных материалов представляет собой совокупность оценочных средств (комплекс заданий различного типа с ключами правильных ответов, включая критерии оценки), используемых при проведении оценочных процедур (текущего контроля, промежуточной аттестации) с целью оценивания достижения обучающимися результатов обучения по дисциплине (модулю).

Комплект оценочных материалов (текущего и промежуточного контроля), необходимых для оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) представлен в виде отдельного документа по дисциплине (модулю) и хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде.

3.1 Оценка успеваемости обучающихся

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой по 100-балльной шкале. Пересчет суммы баллов в традиционную оценку представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Шкала оценки на промежуточной аттестации

Выражение в баллах	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - зачет	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации – экзамен, зачет с оценкой
от 86 до 100	Зачтено	Отлично
от 71 до 85	Зачтено	Хорошо
от 51 до 70	Зачтено	Удовлетворительно
до 51	Не зачтено	Неудовлетворительно

4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

4.1.1 Основная 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>

2. Богомолова, Е. В. Теория функций комплексной переменной: учебное пособие / Е. В. Богомолова. - Дубна: Государственный университет «Дубна», 2018. - 107 с. - ISBN 978-5-89847-540-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/154470>

4.1.2 Дополнительная литература

1. Ахтамова, С. С. Теория функций комплексного переменного: учебно-методическое пособие / С. С. Ахтамова, Е. К. Лейнартас, А. П. Ляпин. - Красноярск: СФУ, 2020. - 100 с. - ISBN 978-5-7638-4330-9. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/181631>

2. Аливердиева, Э. И. Теория функций комплексного переменного: учебное пособие / Э. И. Аливердиева, А. В. Сметюхова. - Москва: МИСИС, 2018. - 116 с. - ISBN 978-5-906953-32-2. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/115287>

3. Ахтамова, С. С. Теория функций комплексного переменного: учебно-методическое пособие / С. С. Ахтамова, Е. К. Лейнартас, А. П. Ляпин. - Красноярск: СФУ, 2020. - 100 с. - ISBN 978-5-7638-4330-9. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/181631>

4.1.3 Методические материалы

- Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Теория функций комплексного переменного»;
- Методические указания по самостоятельной работе;

– Теория функций комплексного переменного [Электронный курс]
Доступ по логину и паролю. URL: <https://bb.kai.ru:8443/>.

4.1.4 Перечень информационных технологий и электронных ресурсов, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационно-образовательной среды КНИТУ-КАИ.

1. Теория функций комплексного переменного [Электронный курс]
Доступ по логину и паролю. URL: <https://bb.kai.ru:8443/>

4.1.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

1. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы «Издательство Лань». URL: <https://e.lanbook.com/>

2. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ. URL: <https://elibs.kai.ru/>

4.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и требуемое программное обеспечение

Описание материально-технической базы и программного обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) приведено соответственно в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа №309	- комплект учебной мебели; - мультимедиа-проектор; - настенный экран; - баннер «Таблица Менделеева»; - ноутбук
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа №311	- комплект учебной мебели

Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы №104	- комплект учебной мебели; - мультимедиа-проектор; - настенный экран; - плакаты, стенды; - компьютерная техника с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КНИТУ-КАИ
	Читальный зал научно-технической библиотеки	- комплект учебной мебели; - компьютерная техника с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КНИТУ-КАИ

Таблица 4.2 – Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Производитель	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
1	Blackboard	Blackboard	Лицензионное
2	Microsoft Windows 7 или Microsoft Windows 10 (в зависимости от конфигурации компьютера),	Microsoft	Лицензионное
3	Microsoft Office 2010 или Microsoft Office 2013 (в зависимости от конфигурации компьютера),	Microsoft	Лицензионное
4	Kaspersky Endpoint Security 10 for Windows	Лаборатория Касперского	Лицензионное
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	КонсультантПлюс	Лицензионное

5 ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Обучение по дисциплине (модулю) обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к промежуточной аттестации	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Устный опрос по терминам, собеседование по вопросам к промежуточной аттестации	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к промежуточной аттестации	Преимущественно дистанционными методами

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, например:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения задания вслух;

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;

- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Освоение дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изменения, вносимые в рабочую программу дисциплины (модуля)

№ П/П	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» заведующий кафедрой, реализующей дисциплину (модуль)