

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

 С.Н.Бориско
«15» мая 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой математики и
информатики

 С.Н.Бориско
«15» мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Комплексный анализ и операционное исчисление

Составитель(-и)

**Бориско С.Н., к.т.н., доцент, завкафедрой ЗнМИ;
Мустафаев Н.Г., к.т.н., доцент кафедры ЗнМИ;
Тимошкин А.А., к.т.н., доцент кафедры ЗнМИ;
Устинов А.С., к.т.н., доцент кафедры ЗнМИ;**

Согласовано с работодателями:

**Литвинов С.П., к.т.н., заместитель командира
войсковой части 15644 по научно-исследовательской
и испытательной работе;**

Направление подготовки /
специальность

09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль) ОПОП

**Проектирование и сопровождение
информационных систем
бакалавр**

Квалификация (степень)

Форма обучения

Год приёма

Курс

Семестр(ы)

очная, очно-заочная

2025

3 (по очной форме)

3 (по очно-заочной форме)

5 (по очной форме)

5 (по очно-заочной форме)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) являются показать, что основные идеи «Комплексного анализа и операционного исчисления» очень просты и наглядны, если их излагать на том интуитивном уровне, на котором они фактически возникли. Поэтому с первых страниц курса дается понятие числа. Студенты твердо усвоили, что квадратный корень из отрицательного числа среди действительных чисел не существует. Однако потребности алгебры и ее приложений требует такого расширения понятия числа, при котором действие извлечение квадратного корня из отрицательного числа стало бы осуществимым. Настоящий курс рассчитан на студентов высшего технического заведения. Обращено внимание на графики, на механическое образование кривых и поверхностей, дано понятие о простейших механизмах в связи с задачами на геометрические места.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- овладеть формулами и уравнениями;
- сравнивать ход решений и полученные результаты;
- оценить преимущество каждого метода при решении того или иного вопроса;
- ознакомить с важнейшими теоремами и следствиями;
- уметь сформулировать определения;
- приобрести знания об операционных исчислениях;
- рассмотреть основные принципы применения Mathcad для решения задач;
- овладеть навыками решения математических задач на компьютере.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) относится к вариативной части (обязательные дисциплины) блока 1 подготовки бакалавров. Она логически и содержательно-методически взаимосвязана с дисциплинами базовой части.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями): Теория функций комплексной переменной. Определение комплексного числа. Определение мнимого числа. Определение мнимой единицы. Компоненты комплексного числа. Операции с комплексными числами. Геометрический смысл модуля комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Алгебраическая и тригонометрическая форма. Показательная форма комплексного числа. Ряд Маклорена. Применение формулы Эйлера и формулы Муавра. Сфера Римана. Построение области на комплексной плоскости. Функция комплексной переменной. Область на плоскости. Однозначная и многозначная функция. Геометрическое изображение ФКП. Предел ФКП. Непрерывность ФКП. Дифференцируемость функции комплексной переменной. Определение производной. Условия Коши-Римана (Даламбера-Эйлера). Формула Коши-Римана. Геометрический смысл производной. Конформность дифференцируемого отображения. Гармоничность действительной и мнимой частей дифференцируемой функции. Сопряжёнными функциями. Ряды с комплексными членами. Числовые ряды с комплексными членами. Основные определения. Числовой ряд. Частичные суммы ряда. Степенные комплексные ряды. Теорема Абеля. Элементарные функции комплексной переменной. Интегрирование функций комплексной переменной. Интегральная теорема Коши. Интеграл от ФКП. Теорема Коши для односвязной области. Теорема Морера. Теорема Коши для многосвязной области. Интегральная формула Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Ряды Тейлора и Лорана. Изолированные особые точки аналитической функции. Вычеты. Операционное исчисление. Определение функции-оригинала и её изображения по Лапласу. Единичная функция Хевисайда. Изображением по Лапласу. Изображения простейших функций. Свойства преобразования Лапласа. Линейность преобразования Лапласа. Теорема подобия. Теорема сдвига. Теорема запаздывания.

Импульсные функции. Периодические функции. Интегрирование оригинала. Дифференцирование оригинала. Интегрирование изображения. Дифференцирование изображения. Изображение свёртки функций. Теорема Бореля. Интегралы Дюамеля. Свёртка функций и её свойства. Теорема Бореля (теорема об умножении изображений). Таблица стандартных изображений. Обращение преобразования Лапласа. Формула Римана-Меллина. Элементарный метод нахождения оригинала. Первая теорема разложения. Вторая теорема разложения. Уравнения с импульсной и составной правой частью. Формулы Дюамеля. Решение систем линейных уравнений.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем): Математическим анализом, и дисциплинами вариативной части: Вычислительная математика, Математическая логика и теория алгоритмов, Комплексный анализ и операционное исчисление, Дискретная математика.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей(их) компетенции(ий) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

а) универсальной(ых) (УК):УК-1

Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)		
	Знать	Уметь	Владеть
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1 методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа.	ИУК-1.2 применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач.	ИУК-1.3 методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения	для очно-заочной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	4	4
Объем дисциплины в академических часах	144	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	55,25	37,35

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения	для очно-заочной формы обучения
- занятия лекционного типа, в том числе: - практическая подготовка (если предусмотрена)	18	18
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе: - практическая подготовка (если предусмотрена)	36	18
	2	2
- в ходе подготовки и защиты курсовой работы ¹		
- консультация (предэкзаменационная) ²	1	1
- промежуточная аттестация по дисциплине ³	0,25	0,25
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	88,75	106,75
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	Экзамен – 5 семестр	Экзамен – 5 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

для очной формы обучения

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемост и, форма промежуточ ной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 5.										
Тема 1. Методические основы комплексного анализа. Теория функций комплексной переменной. Определение комплексного числа. Определение мнимого числа. Определение мнимой единицы. Компоненты комплексного числа. Операции с комплексными числами. Геометрический смысл модуля комплексного числа. Тригонометрическая форма	2		4					10	16	экспресс-опрос

¹ Числовые данные в данной строке соответствуют трудоемкости, указанной в учебном плане в столбце «КР/КП» Если курсовая работа не предусмотрена – необходимо удалить строку «Контактная работа в ходе подготовки и защиты курсовой работы».

² Числовые данные в данной строке соответствуют трудоемкости, указанной в учебном плане в столбце «Конс. (для гр.)»

³ Числовые данные в данной строке соответствуют трудоемкости, указанной в учебном плане в столбце «КПА»

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемост и, форма промежуточ ной аттестации [по семестрам]	
	Л		ПЗ		ЛР					КР / КП
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
комплексного числа. Алгебраическая и тригонометрическая форма. Показательная форма комплексного числа. Ряд Маклорена. Применение формулы Эйлера и формулы Муавра. Сфера Римана. Построение области на комплексной плоскости										
Тема 2. Функция комплексной переменной. Область на плоскости. Однозначная и многозначная функция. Геометрическое изображение ФКП. Предел ФКП. Непрерывность ФКП. Дифференцируемость функции комплексной переменной	2		4					10	16	экспресс- опрос
Тема 3. Определение производной. Условия Коши- Римана (Даламбера-Эйлера). Формула Коши-Римана. Геометрический смысл производной. Конформность дифференцируемого отображения. Гармоничность действительной и мнимой частей дифференцируемой функции. Сопряжённые функции.	2		4					10	16	экспресс- опрос
Тема 4. Ряды с комплексными членами. Числовые ряды с комплексными членами. Основные определения. Числовой ряд. Частичные суммы ряда. Степенные комплексные ряды. Теорема Абеля.	2		4					10	16	экспресс- опрос
Тема 5. Элементарные функции комплексной переменной. Интегрирование функций комплексной переменной. Интегральная теорема Коши. Интеграл от ФКП. Теорема Коши для односвязной области. Теорема Морера. Теорема Коши	2		4					10	16	экспресс- опрос

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости и, форма промежуточ ной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	В т.ч. ПП	ПЗ	В т.ч. ПП	ЛР	В т.ч. ПП				
для многосвязной области. Интегральная формула Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Ряды Тейлора и Лорана. Изолированные особые точки аналитической функции. Вычеты										
Тема 6. Операционное исчисление. Определение функции-оригинала и её изображения по Лапласу. Единичная функция Хевисайда. Изображением по Лапласу. Изображения простейших функций. Свойства преобразования Лапласа. Линейность преобразования Лапласа. Теорема подобия. Теорема смещения. Теорема запаздывания.	2		4					10	16	экспресс- опрос
Тема 7. Импульсные функции. Периодические функции. Интегрирование оригинала. Дифференцирование оригинала. Интегрирование изображения. Дифференцирование изображения. Изображение свёртки функций. Теорема Бореля. Интегралы Дюамеля.	2		4					10	16	экспресс- опрос
Тема 8. Свёртка функций и её свойства. Теорема Бореля (теорема об умножении изображений). Таблица стандартных изображений. Обращение преобразования Лапласа. Формула Римана- Меллина	2		4					10	16	экспресс- опрос
Тема 9. Элементарный метод нахождения оригинала. Первая теорема разложения. Вторая теорема разложения. Уравнения с импульсной и составной правой частью. Формулы Дюамеля. Решение систем линейных уравнений	2		4					8,75	16	экспресс- опрос

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемост и, форма промежуточ ной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Консультации	1									
Контроль промежуточной аттестации	0,25									Экзамен
ИТОГО за семестр:	18		36					88, 75	144	

для очно-заочной формы обучения

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемост и, форма промежуточ ной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 5.										
Тема 1. Методические основы комплексного анализа. Теория функций комплексной переменной. Определение комплексного числа. Определение мнимого числа. Определение мнимой единицы. Компоненты комплексного числа. Операции с комплексными числами. Геометрический смысл модуля комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Алгебраическая и тригонометрическая форма. Показательная форма комплексного числа. Ряд Маклорена. Применение формулы Эйлера и формулы Муавра. Сфера Римана. Построение области на комплексной плоскости	2		2					12	16	экспресс-опрос
Тема 2. Функция комплексной переменной. Область на плоскости. Однозначная и многозначная функция. Геометрическое изображение	2		2					12	16	экспресс-опрос

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости и, форма промежуточ ной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
<i>ФКП. Предел ФКП. Непрерывность ФКП. Дифференцируемость функции комплексной переменной</i>										
<i>Тема 3. Определение производной. Условия Коши- Римана (Даламбера-Эйлера). Формула Коши-Римана. Геометрический смысл производной. Конформность дифференцируемого отображения. Гармоничность действительной и мнимой частей дифференцируемой функции. Сопряжённые функции.</i>	2		2					12	16	экспресс- опрос
<i>Тема 4. Ряды с комплексными членами. Числовые ряды с комплексными членами. Основные определения. Числовой ряд. Частичные суммы ряда. Степенные комплексные ряды. Теорема Абеля.</i>	2		2					12	16	экспресс- опрос
<i>Тема 5. Элементарные функции комплексной переменной. Интегрирование функций комплексной переменной. Интегральная теорема Коши. Интеграл от ФКП. Теорема Коши для односвязной области. Теорема Морера. Теорема Коши для многосвязной области. Интегральная формула Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Ряды Тейлора и Лорана. Изолированные особые точки аналитической функции. Вычеты</i>	2		2					12	16	экспресс- опрос
<i>Тема 6. Операционное исчисление. Определение функции-оригинала и её изображения по Лапласу. Единичная функция Хевисайда. Изображением по Лапласу.</i>	2		2					12	16	экспресс- опрос

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемост и, форма промежуточ ной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	В т.ч. ПП	ПЗ	В т.ч. ПП	ЛР	В т.ч. ПП				
Изображения простейших функций. Свойства преобразования Лапласа. Линейность преобразования Лапласа. Теорема подобия. Теорема смещения. Теорема запаздывания.										
Тема 7. Импульсные функции. Периодические функции. Интегрирование оригинала. Дифференцирование оригинала. Интегрирование изображения. Дифференцирование изображения. Изображение свёртки функций. Теорема Бореля. Интегралы Дюамеля.	2		2					12	16	экспресс-опрос
Тема 8. Свёртка функций и её свойства. Теорема Бореля (теорема об умножении изображений). Таблица стандартных изображений. Обращение преобразования Лапласа. Формула Римана-Меллина	2		2					12	16	экспресс-опрос
Тема 9. Элементарный метод нахождения оригинала. Первая теорема разложения. Вторая теорема разложения. Уравнения с импульсной и составной правой частью. Формулы Дюамеля. Решение систем линейных уравнений	2		2					11,75	16	экспресс-опрос
Консультации									1	
Контроль промежуточной аттестации									0,25	Экзамен
ИТОГО за семестр:	18		18					106,75	144	

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, семинары, ЛР – лабораторные работы; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	Кол- во часов	Компетенции (указываются компетенции перечисленные в п.3)	Σ общее количество компетенц ий
		УК-1	
Методические основы комплексного анализа. Теория функций комплексной переменной. Определение комплексного числа. Определение мнимого числа. Определение мнимой единицы. Компоненты комплексного числа. Операции с комплексными числами. Геометрический смысл модуля комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Алгебраическая и тригонометрическая форма. Показательная форма комплексного числа. Ряд Маклорена. Применение формулы Эйлера и формулы Муавра. Сфера Римана. Построение области на комплексной плоскости	16	+	1
Функция комплексной переменной. Область на плоскости. Однозначная и многозначная функция. Геометрическое изображение ФКП. Предел ФКП. Непрерывность ФКП. Дифференцируемость функции комплексной переменной	16	+	1
Определение производной. Условия Коши-Римана (Даламбера-Эйлера). Формула Коши-Римана. Геометрический смысл производной. Конформность дифференцируемого отображения. Гармоничность действительной и мнимой частей дифференцируемой функции. Сопряжённые функции	16	+	1
Ряды с комплексными членами. Числовые ряды с комплексными членами. Основные определения. Числовой ряд. Частичные суммы ряда. Степенные комплексные ряды. Теорема Абеля	16	+	1
Элементарные функции комплексной переменной. Интегрирование функций комплексной переменной. Интегральная теорема Коши. Интеграл от ФКП. Теорема Коши для односвязной области. Теорема Морера. Теорема Коши для многосвязной области. Интегральная формула Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Ряды Тейлора и Лорана. Изолированные особые точки аналитической функции. Вычеты	16	+	1
Операционное исчисление. Определение функции-оригинала и её изображения по Лапласу. Единичная функция Хевисайда.	16	+	1

Изображением по Лапласу. Изображения простейших функций. Свойства преобразования Лапласа. Линейность преобразования Лапласа. Теорема подобия. Теорема сдвига. Теорема запаздывания			
Импульсные функции. Периодические функции. Интегрирование оригинала. Дифференцирование оригинала. Интегрирование изображения. Дифференцирование изображения. Изображение свёртки функций. Теорема Бореля. Интегралы Дюамеля	16	+	1
Свёртка функций и её свойства. Теорема Бореля (теорема об умножении изображений). Таблица стандартных изображений. Обращение преобразования Лапласа. Формула Римана-Меллина	16	+	1
Элементарный метод нахождения оригинала. Первая теорема разложения. Вторая теорема разложения. Уравнения с импульсной и составной правой частью. Формулы Дюамеля. Решение систем линейных уравнений	16	+	1

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Основные формы занятий по данной дисциплине являются практические (семинарские) занятия.

Практическое (семинарское) занятие - это особая форма учебно-теоретических занятий, которая, как правило, служит дополнением к лекционному курсу. Его отличительной особенностью является активное участие самих студентов в объяснении вынесенных на рассмотрение проблем, вопросов. Преподаватель дает возможность студентам свободно высказаться по обсуждаемому вопросу и только помогает им правильно построить обсуждение. Студенты заблаговременно знакомятся с планом семинарского занятия и литературой, рекомендуемой для изучения данной темы, чтобы иметь возможность подготовиться к семинару. При подготовке к занятию необходимо: проанализировать его тему, подумать о цели и основных проблемах, вынесенных на обсуждение; внимательно прочитать конспект лекции по этой теме; изучить рекомендованную литературу, делая при этом конспект прочитанного или выписки, которые понадобятся при обсуждении на семинаре; постараться сформулировать свое мнение по каждому вопросу и аргументировано его обосновать. Практическое (семинарское) занятие помогает студентам глубоко овладеть предметом, способствует развитию умения самостоятельно работать с учебной литературой и документами, освоению студентами методов научной работы и приобретению навыков научной аргументации, научного мышления. Преподавателю же работа студентов на семинаре позволяет судить о том, насколько успешно они осваивают материал курса.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студентов является одним из основных видов учебной деятельности и предполагает изучение вопросов, не вошедших в основной план занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов в вузе не менее важна, чем обязательные учебные занятия. Ее успешность во многом определяется тем, насколько умело,

рационально сам учащийся сможет организовать свои индивидуальные занятия, насколько регулярными и своевременными они будут.

Задания и методические указания для различных видов самостоятельной работы разрабатываются с учетом её специфики, особенностей изучаемых тем, наличия учебной и методической литературы.

Систематическое освоение студентами необходимого учебного материала, своевременное выполнение предусмотренных учебных заданий, регулярное посещение лекционных и практических занятий позволяют подготовиться к успешному прохождению промежуточной аттестации по данной дисциплине.

В ходе самостоятельной работы студенты должны осуществлять:

- подготовку к занятиям, включая изучение литературы по теме занятия (используются источники, представленные в перечне основной и дополнительной литературы, а также электронные ресурсы);

- выполнение индивидуальных домашних заданий по теме прошедшего занятия.

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
1	Методические основы комплексного анализа. Теория функций комплексной переменной. Определение комплексного числа. Определение мнимого числа. Определение мнимой единицы. Компоненты комплексного числа. Операции с комплексными числами. Геометрический смысл модуля комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Алгебраическая и тригонометрическая форма. Показательная форма комплексного числа. Ряд Маклорена. Применение формулы Эйлера и формулы Муавра. Сфера Римана. Построение области на комплексной плоскости	12	Конспектирование, Решение задач
2	Функция комплексной переменной. Область на плоскости. Однозначная и многозначная функция. Геометрическое изображение ФКП. Предел ФКП. Непрерывность ФКП. Дифференцируемость функции комплексной переменной	12	Конспектирование, Решение задач
3	Определение производной. Условия Коши-Римана (Даламбера-Эйлера). Формула Коши-Римана. Геометрический смысл производной. Конформность дифференцируемого отображения. Гармоничность действительной и мнимой частей дифференцируемой функции. Сопряжённые функции	12	Конспектирование, Решение задач
4	Ряды с комплексными членами. Числовые ряды с комплексными членами. Основные определения. Числовой ряд. Частичные суммы ряда. Степенные комплексные ряды. Теорема Абеля	12	Конспектирование, Решение задач
5	Элементарные функции комплексной переменной. Интегрирование функций комплексной переменной. Интегральная теорема Коши. Интеграл от ФКП. Теорема Коши для	12	Конспектирование, Решение задач

	односвязной области. Теорема Морера. Теорема Коши для многосвязной области. Интегральная формула Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Ряды Тейлора и Лорана. Изолированные особые точки аналитической функции. Вычеты		
6	Операционное исчисление. Определение функции-оригинала и её изображения по Лапласу. Единичная функция Хевисайда. Изображением по Лапласу. Изображения простейших функций. Свойства преобразования Лапласа. Линейность преобразования Лапласа. Теорема подобия. Теорема смещения. Теорема запаздывания	12	Конспектирование, Решение задач
7	Импульсные функции. Периодические функции. Интегрирование оригинала. Дифференцирование оригинала. Интегрирование изображения. Дифференцирование изображения. Изображение свёртки функций. Теорема Бореля. Интегралы Дюамеля	12	Конспектирование, Решение задач
8	Свёртка функций и её свойства. Теорема Бореля (теорема об умножении изображений). Таблица стандартных изображений. Обращение преобразования Лапласа. Формула Римана-Меллина	12	Конспектирование, Решение задач
9	Элементарный метод нахождения оригинала. Первая теорема разложения. Вторая теорема разложения. Уравнения с импульсной и составной правой частью. Формулы Дюамеля. Решение систем линейных уравнений	12	Конспектирование, Решение задач
	ИТОГО	108	

Решение задач лежат в основе приобретения тех или иных умений и навыков. В различных условиях обучения решение задач либо единственная процедура, в рамках которой осуществляются все компоненты процесса учения: уяснение содержания действия, его закрепление, обобщение и автоматизация, – либо одна из процедур наряду с объяснением и заучиванием (упражнение в этом случае обеспечивает завершение уяснения и закрепления).

Решение задач – виды учебной деятельности учащихся, ставящие их перед необходимостью многократного и вариативного применения полученных знаний в различных связях и условиях.

К самостоятельной работе студентов также относятся: чтение основной и дополнительной литературы – самостоятельное изучение материала по рекомендуемым литературным источникам; работа с библиотечным каталогом, самостоятельный подбор необходимой литературы; работа со словарем, справочником; поиск необходимой информации в сети Интернет; конспектирование источников; реферирование источников; составление аннотаций к прочитанным литературным источникам; составление рецензий и отзывов на прочитанный материал; составление обзора публикаций по теме; составление и разработка терминологического словаря; составление библиографии (библиографической картотеки); подготовка к различным формам текущей и промежуточной аттестации (к тестированию, контрольной работе, зачету, экзамену); выполнение домашних контрольных работ; самостоятельное выполнение практических заданий репродуктивного типа (ответы на вопросы, задачи, тесты; выполнение творческих заданий).

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Конспектирование. Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

– План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.

– Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.

– Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

– Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу). Данный вид конспектирования рекомендуется при подготовке к вопросам семинарского занятия.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Совместная работа малой командой; проектная деятельность студентов, развивающая межличностные коммуникации, способность принятия решений, лидерские качества; интерактивные лекции; групповые дискуссии; ролевые и деловые игры; тренинги; анализ ситуаций и имитационных моделей; преподавание дисциплин (модулей) в форме: курсов, симуляции, технологии open space/открытое пространство, мастерская будущего, peer education/равный обучает равного; экспресс-семинары, проектные семинары; бизнес-тренинги (business training), кейс-стади (case-study), обучение действием («action learning»), метафорическая игра, педагогические игровые упражнения (в качестве коллективного задания), мозговой штурм (эстафета), ситуационные методы, тематические дискуссии, игровое проектирование, групповой тренинг, групповая консультация и др.).

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей Интернета (в том числе - электронной почты преподавателя) в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ на проверку, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.);

- использование электронных учебников и различных информационных сайтов (электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источник информации;

- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, электронных тренажеров, презентаций и т.д.);

- использование интерактивных средств взаимодействия участников образовательного процесса (технологии дистанционного или открытого обучения в глобальной сети: веб-конференции, вебинары, форумы, учебно-методические материалы и др.);

- использование интегрированной образовательной среды университета moodle.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов

Наименование программного обеспечения	Назначение
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ
Microsoft Security Assessment Tool. - Режим доступа: http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273 (Free) Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates. - Режим доступа: http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232 (Free)	Программы для информационной безопасности
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением
1С: Предприятие 8	Система автоматизации деятельности на предприятии
KOMPAS-3D V21	Создание трёхмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них
Blender	Средство создания трёхмерной компьютерной графики
PyCharm EDU	Среда разработки
R	Программная среда вычислений
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
VLC Player	Медиапроигрыватель
Microsoft Visual Studio	Среда разработки
Cisco Packet Tracer	Инструмент моделирования компьютерных сетей
CodeBlocks	Кроссплатформенная среда разработки
Eclipse	Среда разработки
Lazarus	Среда разработки
PascalABC.NET	Среда разработки
VMware (Player)	Программный продукт виртуализации операционных систем
Far Manager	Файловый менеджер

Наименование программного обеспечения	Назначение
Sofa Stats	Программное обеспечение для статистики, анализа и отчётности
Maple 18	Система компьютерной алгебры
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений
Oracle SQL Developer	Среда разработки
VISSIM 6	Программа имитационного моделирования дорожного движения
VISUM 14	Система моделирования транспортных потоков
IBM SPSS Statistics 21	Программа для статистической обработки данных
ObjectLand	Геоинформационная система
КРЕДО ТОПОГРАФ	Геоинформационная система
Полигон Про	Программа для кадастровых работ

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» https://dlib.eastview.com/login Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU
Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов https://www.polpred.com/
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/
Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru/
Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. https://www.consultant.ru/

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы, темы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Методические основы комплексного анализа. Теория функций комплексной переменной. Определение комплексного числа. Определение мнимого числа. Определение мнимой единицы. Компоненты комплексного числа. Операции с комплексными числами. Геометрический смысл модуля комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Алгебраическая и тригонометрическая форма. Показательная форма комплексного числа. Ряд Маклорена. Применение формулы Эйлера и формулы Муавра. Сфера Римана. Построение области на комплексной плоскости	УК-1	экспресс-опрос
2	Функция комплексной переменной. Область на плоскости. Однозначная и многозначная функция. Геометрическое изображение ФКП. Предел ФКП. Непрерывность ФКП. Дифференцируемость функции комплексной переменной	УК-1	экспресс-опрос
3	Определение производной. Условия Коши-Римана (Даламбера-Эйлера). Формула	УК-1	экспресс-опрос

	Коши-Римана. Геометрический смысл производной. Конформность дифференцируемого отображения. Гармоничность действительной и мнимой частей дифференцируемой функции. Сопряжённые функции		
4	Ряды с комплексными членами. Числовые ряды с комплексными членами. Основные определения. Числовой ряд. Частичные суммы ряда. Степенные комплексные ряды. Теорема Абеля	УК-1	экспресс-опрос
5	Элементарные функции комплексной переменной. Интегрирование функций комплексной переменной. Интегральная теорема Коши. Интеграл от ФКП. Теорема Коши для односвязной области. Теорема Морера. Теорема Коши для многосвязной области. Интегральная формула Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Ряды Тейлора и Лорана. Изолированные особые точки аналитической функции. Вычеты	УК-1	экспресс-опрос
6	Операционное исчисление. Определение функции-оригинала и её изображения по Лапласу. Единичная функция Хевисайда. Изображением по Лапласу. Изображения простейших функций. Свойства преобразования Лапласа. Линейность преобразования Лапласа. Теорема подобия. Теорема смещения. Теорема запаздывания	УК-1	экспресс-опрос
7	Импульсные функции. Периодические функции. Интегрирование оригинала. Дифференцирование оригинала. Интегрирование изображения. Дифференцирование изображения. Изображение	УК-1	экспресс-опрос

	свёртки функций. Теорема Бореля. Интегралы Дюамеля		
8	Свёртка функций и её свойства. Теорема Бореля (теорема об умножении изображений). Таблица стандартных изображений. Обращение преобразования Лапласа. Формула Римана-Меллина	УК-1	экспресс-опрос
9	Элементарный метод нахождения оригинала. Первая теорема разложения. Вторая теорема разложения. Уравнения с импульсной и составной правой частью. Формулы Дюамеля. Решение систем линейных уравнений	УК-1	экспресс-опрос

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие типы контроля:

- тестирование;
- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие типы контроля:

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Вопросы для контроля

1. Определение преобразованной функции и некоторые ее свойства.
2. Составление преобразованной функции по данному дифференциальному уравнению.
3. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
4. Уравнения в частных производных.
5. Некоторые свойства решения интегрального уравнения Лапласа.
6. Решение уравнения Лапласа для случая, когда правая часть уравнения представляет собой рациональную дробь.
7. Теорема разложения.
8. Задачи с нулевыми начальными условиями.
9. Об операторных импедансах
10. О законах Кирхгофа и о правилах сложения импедансов.
11. О составлении преобразованных функций по заданным дифференциальным уравнениям.
12. Уравнения длинной линии.
13. Задачи с нулевыми начальными условиями.
14. Основные соотношения для четырехполюсников.
15. Теорема взаимности.
16. Свойства коэффициентов четырехполюсника.
17. Симметричный четырехполюсник.
18. Уравнения цепной схемы.
19. Бесконечная цепочка.
20. Применение преобразования Лапласа к исследованию периодических процессов в электрических цепях.
21. Обобщенный интеграл Фурье.
22. Обобщенная преобразованная функция от периодической функции.

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Грубыми считаются ошибки, свидетельствующие о том, что студент:

- не овладел основным материалом дисциплины
- не может применять на практике полученные знания

Не грубыми ошибками являются

- неточно сформулированный вопрос или пояснение при ответе

Недочетами считаются

- отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа
- небрежное выполнение записей.

Преподаватель, реализующий дисциплину (модуль), в зависимости от уровня подготовленности обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

- 1) Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного – М.: Юрайт, 1999.

8.2. Дополнительная литература

- 1) Евграфов М. А. Аналитические функции: Учеб. пособие для вузов.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.. 2008.-448 с
- 2) Зельдович Я.Б. Мышкис А.Д. Элементы прикладной математики. «Наука» М 2002г.

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

8.3.1 Перечень электронно-библиотечных систем (ЭБС)

- 1) **Электронная библиотечная система IPRbooks**
www.iprbookshop.ru
- 2) **Электронно-библиотечная система BOOK.ru**
<https://book.ru>
- 3) **Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги»**
www.biblio-online.ru, <https://urait.ru/>
- 4) **Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех»**
<https://biblio.asu.edu.ru>
- 5) **Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»**

Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий.

www.studentlibrary.ru

Регистрация с компьютеров АГУ

- 6) **Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»**
www.biblioclub.ru

8.3.2 Перечень общедоступных официальных интернет-ресурсов

- 1) Единое окно доступа к образовательным ресурсам
<http://window.edu.ru>
- 2) Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
<https://minobrnauki.gov.ru>
- 3) Министерство просвещения Российской Федерации
<https://edu.gov.ru>
- 4) Федеральное агентство по делам молодёжи (Росмолодёжь)
<https://fadm.gov.ru>
- 5) Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор)
<http://obrnadzor.gov.ru>
- 6) Сайт государственной программы Российской Федерации «Доступная среда»
<http://zhit-vmeste.ru>
- 7) Российское движение школьников
<https://рдш.рф>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Мультимедийное оборудование. На аудиторных занятиях (лекциях) СИТ используются для организованного представления преподавателями и обучающимися материала в формате презентаций PowerPoint, работы по формированию и развитию навыков работы с документами и программами, имеющими прикладное значение. Лекции обеспечены слайдами и видеоматериалами. Имеются классные доски, наглядные пособия (стенды, макеты, плакаты и т.п.).

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **09.03.02 Информационные системы и технологии**.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитав задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).