

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ
Ответственный за образовательную
программу

д.ф.-м.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

А.О. Смирнов
(инициалы, фамилия)
(подпись)

«10» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория функции комплексного переменного»
(Наименование дисциплины)

| | |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Код направления подготовки/ специальности | 01.03.02 |
| Наименование направления подготовки/ специальности | Прикладная математика и информатика |
| Наименование направленности | Прикладная математика и информатика в наукоемком производстве |
| Форма обучения | очная |
| Год приема | 2025 |

Санкт-Петербург– 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

д-р физ.-мат. наук
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата) 03.02.25

Ю.А. Пичугин
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«03» февраля 2025 г, протокол №02/1

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н., доц.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата) 03.02.25

А.О. Смирнов
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата) 03.02.25

Н.Ю. Ефремов
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Теория функции комплексного переменного» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» направленности «Прикладная математика и информатика в наукоемком производстве». Дисциплина реализуется кафедрой «№1».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности»

ОПК-2 «Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами логико-математических построений, приемами формализации прикладных задач, выбору адекватных существу задачи методов решения, приобретению навыков, необходимых для сознательного использования математического аппарата.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Преподавание дисциплины имеет целью обучение студентов методам решения задач, использующих аппарат теории функции комплексной переменной.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | ОПК-1.3.1 знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы ОПК-1.У.1 уметь применять физические и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ОПК-1.В.1 владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач | ОПК-2.3.1 знать математические методы, математические пакеты и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач ОПК-2.У.1 уметь адаптировать математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач ОПК-2.В.1 владеть навыками выбора математического метода для решения задачи и оценки границ применимости метода |

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Аналитическая геометрия»,
- «Линейная алгебра»,
- «Дифференциальные уравнения»,

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Разностные уравнения»,
- «Математическая физика».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы | Всего | Трудоемкость по семестрам |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------|
| | | №5 |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 4/ 144 | 4/ 144 |
| Из них часов практической подготовки | | |
| Аудиторные занятия, всего час. | 68 | 68 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 34 | 34 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | 34 | 34 |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | | |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | 36 | 36 |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 40 | 40 |
| Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Экз. | Экз. |

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|-------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 5 | | | | | |
| Раздел 1. Комплексные числа и действия над ними | 6 | 10 | | | 10 |
| Раздел 2. Функции комплексного переменного | 12 | 12 | | | 10 |
| Раздел 3. Интеграл | 6 | 4 | | | 10 |
| Раздел 4. Ряды Тейлора и Лорана. Вычеты | 10 | 8 | | | 10 |
| Итого в семестре: | 34 | 34 | | | 40 |
| Итого | 34 | 34 | 0 | 0 | 40 |
| | | | | | |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Комплексные числа и действия над ними Тема 1.1. Определение комплексного числа. Арифметические действия над комплексными числами. Тема 1.2. Геометрическая интерпретация комплексного числа. Тема 1.3. Возведение КЧ в натуральную степень (формула Муавра), извлечение корня n-й степени. Тема 1.4. Последовательности КЧ. Бесконечно удаленная точка и расширенная комплексная плоскость. Стереографическая проекция. Тема 1.5. Числовые ряды с КЧ. |
| 2 | Функции комплексного переменного Тема 2.1. Определение. Предел и непрерывность. Тема 2.2. Производная функции комплексного переменного. Условие Коши-Римана. Тема 2.3. Конформное отображение. Геометрическая интерпретация модуля и аргумента производной. Тема 2.4. Функциональные ряды. Степенные ряды. Формула Эйлера. Тема 2.5. Элементарные функции КП (линейная, z^{-1} , дробно-рациональная, степенная, Жуковского, e^z , тригонометрические, гиперболические, логарифмы). |
| 3 | Интеграл Тема 3.1. Интеграл комплекснозначной функции вещественного аргумента по отрезку и интеграл функции комплексной переменной по кривой. Тема 3.2. Теорема Коши. Тема 3.2. Первообразная функция. Формула Коши. |
| 4 | Ряды Тейлора и Лорана. Вычеты Тема 4.1. Ряд Тейлора. Нули аналитической функции. Тема 4.2. Ряд Лорана. Тема 4.3. Изолированные особые точки аналитической функции. Тема 4.4. Поведение аналитической функции в окрестности бесконечно удаленной точки. Тема 4.5. Вычеты и их приложения. |

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
|-------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|

| Семестр 5 | | | | | |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|--|----|--|---|
| 1 | Действия над КЧ в алгебраической форме и тригонометрической форме | | 2 | | 1 |
| 2 | Возведение в натуральную степень и извлечение корня | | 2 | | 1 |
| 3 | Области и подмножества C , заданные равенствами и неравенствами | | 2 | | 1 |
| 4 | Вычисление пределов числовых последовательностей | | 2 | | 1 |
| 5 | Сходимость рядов КЧ | | 2 | | 1 |
| 6 | Предел и производная функции. Условие Коши-Римана | | 2 | | 2 |
| 7 | Гармонические функции | | 2 | | 2 |
| 8 | Аргумент и модуль производной | | 2 | | 2 |
| 9 | Нахождение аналитической функции по известной вещественной или мнимой части | | 2 | | 2 |
| 10 | Основные элементарные функции | | 2 | | 2 |
| 11 | Конформные отображения | | 2 | | 2 |
| 12 | Вычисление интегралов вдоль кривой | | 2 | | 3 |
| 13 | Формула Коши | | 2 | | 3 |
| 14 | Область сходимости функционального и степенного ряда | | 2 | | 4 |
| 15 | Разложение функции в ряды Тейлора и Лорана | | 2 | | 4 |
| 16 | Нули функции | | 2 | | 4 |
| 17 | Вычеты | | 2 | | 4 |
| Всего | | | 34 | | |

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено | | | | |
| | | | | |
| Всего | | | | |

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы | Всего, час | Семестр 5, час |
|---------------------------------------------------|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 22 | 2 |
| Курсовое проектирование (КП, КР) | | |
| Расчетно-графические задания (РГЗ) | | |
| Выполнение реферата (Р) | | |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | | |
| Домашнее задание (ДЗ) | | |
| Контрольные работы заочников (КРЗ) | | |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 18 | 18 |
| Всего: | 40 | 40 |

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/ URL адрес | Библиографическая ссылка | Количество экземпляров в библиотеке |
|--------------------|--------------------------|-------------------------------------|
|--------------------|--------------------------|-------------------------------------|

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| | | (кроме электронных экземпляров) |
| https://e.lanbook.com/book/167779 | Привалов И. И. " Введение в теория функций комплексного переменного / Привалов И. И.. - М. : Издательство "Лань». 2021. - 432 с. | |
| https://e.lanbook.com/book/154470 | Богомолова Е. В. " Теория функций комплексной переменной: Учебное пособие / Богомолова Е. В. - М. : Государственный университет «Дубна». 2018. - 107 с. | |

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес | Наименование |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| http://www.math-net.ru | Общероссийский математический портал |
| http://e.lanbook.com/view | ЭБС «Лань» |

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование |
|-------|------------------|
| | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование |
|-------|------------------|
| | Не предусмотрено |

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|----------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1 | Лекционная аудитория | |
| 2 | Аудитория общего назначения | |

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Экзамен | Список вопросов к экзамену; Тесты. |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции 5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «отлично» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. |
| «хорошо» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. |
| «удовлетворительно» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. |

| Оценка компетенции | Характеристика сформированных компетенций |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5-балльная шкала | |
| «неудовлетворительно» «не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1 | 1. Коммутативно ли умножение комплексных чисел? 2. Изобразите пару комплексно-сопряженных чисел. 3. Объясните на рисунке, что такое модуль и аргумент комплексного числа. 4. Изобразите на комплексной плоскости оставшиеся три корня 4-ой степени из комплексного pi условия, что один из корней уже изображен. 5. Что происходит с модулями и аргументами комплексных чисел при умножении? | ОПК-1.3.1 |
| 2 | 6. Дайте определение предела бесконечной последовательности комплексных чисел. 7. Что такое бесконечно удаленная точка комплексной плоскости? 8. Что является условием сходимости числового ряда с комплексными членами? 9. Какой вывод можно сделать из факта сходимости ряда, составленного из модулей комплексных чисел? 10. Если модуль общего члена ряда комплексных чисел стремится к нулю, можно ли сделать вывод, что ряд сходится? | ОПК-1.У.1 |
| 3 | 11. Перечислите свойства предела функции комплексного переменного. 12. Какой вывод можно сделать из того, что вещественная и мнимая часть функции комплексного переменного непрерывны в некоторой точке. 13. Сформулируйте условие Коши-Римана. 14. Объясните в двух словах что такое конформное отображение. 15. Дайте геометрическую интерпретацию модуля производной. | ОПК-1.В.1 |
| 4 | 16. Дайте геометрическую интерпретацию аргумента производной. 17. Какой вывод можно сделать из того, что вещественная и мнимая части функции комплексной переменной являются гармоническими функциями? 18. Напишите формулу Эйлера и объясните, как она получается. | ОПК-2.3.1 |

| | | |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| | 19. Объясните в двух словах, что значит однолистная функция. 20. Перечислите свойства интеграла от функции комплексной переменной по кривой. | |
| 5 | 21. Что мы получим если проинтегрируем аналитическую функцию по замкнутому контуру, лежащему в односвязной области? 22. Согласны ли вы, что аналитическая функция всегда имеет первообразную? 23. Напишите формулу Коши. 24. Чем определяется порядок нуля и порядок полюса. 25. Что общего у рядов Тейлора и Лорана и в чем их различие? | ОПК-2.У.1 |
| 6 | 26. Дайте определение изолированные особые точки аналитической функции. 27. Каким преобразованием вопрос о поведении аналитической функции в окрестности бесконечно удаленной точки можно свести к вопросу о поведении аналитической функции в окрестности нуля. 28. Что общего между порядком нуля и порядком полюса? 29. Сформулируйте основную теорему о вычетах. | ОПК-2.В.1 |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета | Код индикатора |
|-------|-----------------------------------------------------|----------------|
| | Учебным планом не предусмотрено | |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------|
| | Учебным планом не предусмотрено |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов | Код индикатора |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| | Найдите модуль комплексного числа $z=3+4i$ <ul style="list-style-type: none"> • А) 5 • В) 7 • С) 4 • D) 2 Правильный ответ: А) 5 | ОПК-1.3.1 |
| | Выберите верные утверждения о комплексном числе $z=1+i$: <ul style="list-style-type: none"> • А) Модуль числа z равен $\sqrt{2}$. • В) Аргумент числа z равен $\pi/4$. | ОПК-1.У.1 |

| | <ul style="list-style-type: none">• C) z находится в первой четверти комплексной плоскости.• D) При умножении z на сопряженное число, результатом будет вещественное число. Правильные ответы: A), B), C), D) | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|---------------|---------|-------------------|-----------|------------------|----------|---------------|--------------|-----------|
| | <p>Установите соответствие между функциями и их производными:</p> <table><tr><th>Функция</th><th>Производная</th></tr><tr><td>1) $f(z)=z^3$</td><td>A) $2z$</td></tr><tr><td>2) $f(z)=\sin(z)$</td><td>B) $3z^2$</td></tr><tr><td>3) $f(z)=\ln(z)$</td><td>C) $1/z$</td></tr><tr><td>4) $f(z)=z^2$</td><td>D) $\cos(z)$</td></tr></table> <p>Правильные ответы: 1-B; 2-D; 3-C; 4-A</p> | Функция | Производная | 1) $f(z)=z^3$ | A) $2z$ | 2) $f(z)=\sin(z)$ | B) $3z^2$ | 3) $f(z)=\ln(z)$ | C) $1/z$ | 4) $f(z)=z^2$ | D) $\cos(z)$ | ОПК-1.В.1 |
| Функция | Производная | | | | | | | | | | | |
| 1) $f(z)=z^3$ | A) $2z$ | | | | | | | | | | | |
| 2) $f(z)=\sin(z)$ | B) $3z^2$ | | | | | | | | | | | |
| 3) $f(z)=\ln(z)$ | C) $1/z$ | | | | | | | | | | | |
| 4) $f(z)=z^2$ | D) $\cos(z)$ | | | | | | | | | | | |
| | <p>Расположите функции в порядке возрастания их порядка роста в бесконечности (в пределах вещественной оси):</p> <ol style="list-style-type: none">1. $f(z)=e^z$2. $f(z)=z^3$3. $f(z)=\ln(z)$4. $f(z)=\sin z$ Правильный ответ: 3421 | ОПК-1.У.1 | | | | | | | | | | |
| | <p>Решите задачу: Пусть функция $f(z)=1/z$ имеет полюс в точке $z=0$. Найдите вычет функции в этой точке и вычислите интеграл функции по замкнутому контуру, содержащему эту точку внутри, с помощью теоремы о вычетах.</p> <p>Пример ответа:</p> <p>Поскольку функция $f(z)=1/z$ имеет простой полюс в точке $z=0$, то вычет функции в этой точке равен 1. По теореме о вычетах, интеграл функции по замкнутому контуру C, содержащему полюс, равен $2\pi i \times \text{вычет}$. Таким образом, интеграл функции по замкнутому контуру, содержащему эту точку внутри равен $2\pi i$</p> | ОПК-1.В.1 | | | | | | | | | | |
| | <p>Какой метод лучше всего подходит для численного вычисления контура интеграла комплексной функции, заданной аналитически в замкнутой области?</p> <ul style="list-style-type: none">• A) Метод трапеций• B) Метод Монте-Карло• C) Метод прямоугольников• D) Метод Гаусса-Лежандра Правильный ответ: D) Метод Гаусса-Лежандра | ОПК-2.3.1 | | | | | | | | | | |
| | <p>Выберите утверждения, которые описывают правильное использование математических пакетов для анализа комплексных функций:</p> <ul style="list-style-type: none">• A) В MATLAB можно использовать встроенную функцию residue для вычисления вычетов, полюсов и многочленов целой части отношения двух полиномов• B) В пакете Mathematica можно вычислить интеграл | ОПК-2.У.1 | | | | | | | | | | |

| | <p>комплексной функции с использованием команды Integrate.</p> <ul style="list-style-type: none">• С) В Python библиотека SymPy позволяет находить производные и интегралы комплексных функций.• D) В пакете Maple можно применять команду contourplot для построения контура функции комплексной переменной. <p>Правильные ответы: A), B), C)</p> | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------|
| | <p>Установите соответствие между математическими методами и их назначением:</p> <table><tr><th>Метод</th><th>Назначение</th></tr><tr><td>1)Метод Ньютона</td><td>A) Численное решение уравнений</td></tr><tr><td>2) Метод интегралов Коши</td><td>B) Вычисление контурных интегралов комплексных функций</td></tr><tr><td>3) Метод конечных разностей</td><td>C) Численное решение дифференциальных уравнений</td></tr><tr><td>4) Быстрое преобразование Фурье</td><td>D) Спектральный анализ функций</td></tr></table> <p>Ответ: 1-A.2-B.3-C.4-D</p> | Метод | Назначение | 1)Метод Ньютона | A) Численное решение уравнений | 2) Метод интегралов Коши | B) Вычисление контурных интегралов комплексных функций | 3) Метод конечных разностей | C) Численное решение дифференциальных уравнений | 4) Быстрое преобразование Фурье | D) Спектральный анализ функций | ОПК-2.В.1 |
| Метод | Назначение | | | | | | | | | | | |
| 1)Метод Ньютона | A) Численное решение уравнений | | | | | | | | | | | |
| 2) Метод интегралов Коши | B) Вычисление контурных интегралов комплексных функций | | | | | | | | | | | |
| 3) Метод конечных разностей | C) Численное решение дифференциальных уравнений | | | | | | | | | | | |
| 4) Быстрое преобразование Фурье | D) Спектральный анализ функций | | | | | | | | | | | |
| | <p>Расположите этапы разработки алгоритма для численного вычисления контура интеграла в заданной области:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Определение аналитического выражения для комплексной функции.2. Выбор численного метода интегрирования.3. Программная реализация выбранного метода.4. Визуализация контура и представление результатов. <p>Ответ: 1,2,3,4</p> | ОПК-2.У.1 | | | | | | | | | | |
| | <p>Составьте алгоритм и реализуйте его в одном из математических пакетов (MATLAB, Mathematica, Python и т.д.) для вычисления и визуализации интеграла функции $f(z)=1/(z^2+1)$ по контуру, заданному окружностью радиуса 2 с центром в точке $z=0$. Опишите, какие математические методы и программные инструменты вы использовали, и обоснуйте свой выбор.</p> | ОПК-2.В.1 | | | | | | | | | | |

Система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
| | Не предусмотрено |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

Определения математических терминов.

- Формулировка теоремы.
- Доказательство теоремы.
- Иллюстрирующие примеры.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия начинаются с записи в журнал преподавателя присутствующих студентов. Затем объявляется тема практических занятий (см. пункт 6.3), и выдается задание. Студенты решают задачи, используя знания, полученные на лекции. Студент, который первым решил задачу, вызывается к доске. В случае если студент правильно решил задачу, он получает 5 баллов. Если студент решает задачу с помощью преподавателя, то получает 4 балла. Затем, в конце семестра, оценки студентов (включая оценку посещаемости) переводятся в бонусы (качество) от 0 до 5 баллов. Эти бонусы добавляются к общей сумме баллов в рамках модульно-рейтинговой системы.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Для успешного прохождения текущего контроля студенту необходимо ответить 1-2 задачи у доски на практических занятиях.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |