

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

Кафедра № 2

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д. пед. н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

А.Г. Степанов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Специальные разделы математики»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности	Цифровая инфраструктура обеспечивающих систем
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

<u>доц., к.ф.-м.н.</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>22.06.2023</u> (подпись, дата)	<u>М. Г. Жучкова</u> (инициалы, фамилия)
--	---	---

Программа одобрена на заседании кафедры № 2  
«22» июня 2023 г, протокол № 12/22-23

Заведующий кафедрой № 2

<u>д.ф.-м.н., проф.</u> (уч. степень, звание)	 <u>22.06.2023</u> (подпись, дата)	<u>В.Г. Фарафонов</u> (инициалы, фамилия)
--	---	--

Ответственный за ОП ВО 09.03.03(04)

<u>доц., к.т.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>22.06.2023</u> (подпись, дата)	<u>В.А. Галанина</u> (инициалы, фамилия)
---	---	---

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

<u>доц., к.ф.-м.н.</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>22.06.2023</u> (подпись, дата)	<u>Ю.А. Новикова</u> (инициалы, фамилия)
--	---	---

## Аннотация

Дисциплина «Специальные разделы математики» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Цифровая инфраструктура обеспечивающих систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№2».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен выявлять и анализировать требования к обеспечивающим системам и выбирать проектные решения на этапе концептуального проектирования»

ПК-5 «Способен разрабатывать и согласовывать с архитектором программного обеспечения технические спецификации на программные компоненты и на их взаимодействие в составе обеспечивающих систем»

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, семинары.*

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

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 части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен выявлять и анализировать требования к обеспечивающим системам и выбирать проектные решения на этапе концептуального проектирования	ПК-2.У.1 уметь формулировать функциональные требования к системе ПК-2.У.2 уметь моделировать текущую ситуацию
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен разрабатывать и согласовывать с архитектором программного обеспечения технические спецификации на программные компоненты и на их взаимодействие в составе обеспечивающих систем	ПК-5.3.2 знать методы и приемы формализации задач

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Математический анализ»,
- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»

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

- «Методы математической физики»,
- «Государственная итоговая аттестация».

### 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
		№4
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	27	27
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	30	30
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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)
<b>Семестр 4</b>					
Раздел 1. Комплексные числа.	3	2			3
Раздел 2. Понятие аналитической функции.	3	3			3
Раздел 3. Формула Коши и ее следствия.	4	0			3
Раздел 4. Степенные разложения аналитических функций.	4	4			3
Раздел 5. Аналитическое продолжение.	3	2			3
Раздел 6. Теория вычетов.	5	4			3
Раздел 7. Конформное преобразование.	3	0			3
Раздел 8. Некоторые приложения теории функций комплексного аргумента к задачам физики.	3	0			3
Раздел 9. Дробные функции. Гамма-функция.	3	0			3
Раздел 10. Асимптотические разложения.	3	2			3
Итого в семестре:	34	17			30
<b>Итого</b>	34	17	0	0	30

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	<p><b>Комплексные числа.</b></p> <p>Тема 1. Понятие комплексного числа. Алгебраическая форма комплексного числа.</p> <p>Тема 2. Тригонометрическая форма комплексного числа. Показательная форма комплексного числа. Извлечение корня из комплексного числа.</p> <p>Тема 3. Комплексная плоскость.</p> <p>Тема 4. Числовая сфера. Бесконечно удаленная точка.</p> <p>Тема 5. Функция комплексного аргумента.</p> <p>Тема 6. Прямые элементарные функции комплексного аргумента.</p> <p>Тема 7. Обратные элементарные функции комплексного аргумента.</p>
2	<p><b>Понятие аналитической функции.</b></p> <p>Тема 1. Понятие производной. Условия Коши-Римана.</p> <p>Тема 2. Восстановление аналитической функции по ее вещественной или мнимой части.</p> <p>Тема 3. Геометрический смысл производной.</p> <p>Тема 4. Интегрирование комплексной функции.</p> <p>Тема 5. Теорема Коши. Первообразная аналитической функции.</p>
3	<p><b>Формула Коши и ее следствия.</b></p> <p>Тема 1. Интеграл, зависящий от параметра.</p> <p>Тема 2. Формула Коши.</p> <p>Тема 3. Теорема о бесконечной дифференцируемости и теорема Мореры.</p> <p>Тема 4. Теорема о среднем и принцип максимума модуля.</p> <p>Тема 5. Теорема Лиувилля. Основная теорема алгебры.</p>
4	<p><b>Степенные разложения аналитических функций.</b></p> <p>Тема 1. Числовые ряды с комплексными членами.</p> <p>Тема 2. Ряды аналитических функций.</p> <p>Тема 3. Ряд Тейлора.</p> <p>Тема 4. Ряд Лорана.</p> <p>Тема 5. Корни аналитической функции.</p> <p>Тема 6. Классификация изолированных особых точек.</p> <p>Тема 7. Классификация бесконечно удаленной точки.</p>
5	<p><b>Аналитическое продолжение.</b></p> <p>Тема 1. Теорема единственности.</p> <p>Тема 2. Аналитическое продолжение из области в область.</p> <p>Тема 3. Аналитическое продолжение вдоль кривой.</p> <p>Тема 4. Риманова поверхность. Выбор однозначной ветви многозначной функции.</p>
6	<p><b>Теория вычетов.</b></p> <p>Тема 1. Теорема о вычетах.</p> <p>Тема 2. Логарифмический вычет.</p> <p>Тема 3. Некоторые теорема о корнях аналитических функций.</p> <p>Тема 4. Интегрирование рациональных функций от <math>\sin x</math> и <math>\cos x</math>.</p> <p>Тема 5. Вычисление некоторых определенных интегралов от рациональных выражений.</p>

	<p>Тема 6. Вычисление некоторых интегралов от произведения, содержащего экспоненциальную функцию. Лемма Жордана.</p> <p>Тема 7. Теорема о полувывчете. Формулы Сохоцкого-Племеля.</p> <p>Тема 8. Вычисление некоторых интегралов, содержащих рациональную дробь и логарифм.</p> <p>Тема 9. Вычисление некоторых интегралов, содержащих степенные функции с дробным показателем.</p> <p>Тема 10. Интегрирование рациональных функций вида <math>R(e^{ax}, e^x)</math>.</p>
7	<p><b>Конформное преобразование.</b></p> <p>Тема 1. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Понятие конформного преобразования. Линейное преобразование.</p> <p>Тема 2. Принцип взаимно-однозначного соответствия и принцип сохранения окрестности.</p> <p>Тема 3. Преобразование <math>1/z</math>.</p> <p>Тема 4. Дробно-линейное преобразование.</p> <p>Тема 5. Теорема единственности и теорема Римана.</p> <p>Тема 6. Преобразования <math>w=z^n</math>, <math>w=z^{1/n}</math>, <math>w=z^p</math>.</p> <p>Тема 7. Преобразование Жуковского.</p> <p>Тема 8. Экспонента и логарифм. Косинус.</p>
8	<p><b>Некоторые приложения теории функций комплексного аргумента к задачам физики.</b></p> <p>Тема 1. Плоское поле и комплексный потенциал.</p> <p>Тема 2. Плоское течение идеальной несжимаемой жидкости.</p> <p>Тема 3. Задачи электростатики.</p>
9	<p><b>Дробные функции. Гамма-функция.</b></p> <p>Тема 1. Разложение дробной функции на простейшие дроби.</p> <p>Тема 2. Разложения <math>\operatorname{ctg} z</math>, <math>1/\sin z</math>.</p> <p>Тема 3. Представление гамма-функции в правой комплексной полуплоскости. Простейшие свойства гамма-функции.</p> <p>Тема 4. Аналитическое продолжение гамма-функции в левую комплексную полуплоскость.</p>
10	<p><b>Асимптотические разложения.</b></p> <p>Тема 1. Понятие асимптотического разложения.</p> <p>Тема 2. Лемма об оценке интегралов и ее следствие.</p> <p>Тема 3. Лемма Ватсона и метод Лапласа.</p> <p>Тема 4. Метод перевала.</p>

#### 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 4					
1	Алгебраическая форма комплексного числа. $\operatorname{Re} z$ , $\operatorname{Im} z$ , $ z $ .	Решение задач	1		1
2	Модуль и аргумент. Показательная и тригонометрическая формы комплексного числа. $ z $ , $\arg z$ .	Решение задач	1		1
3	Элементарные	Решение задач	1		2

	функции комплексного аргумента.				
4	Приложения элементарных функций в вещественном анализе.	Решение задач	1		2
5	Восстановление аналитической функции. Условия Коши-Римана.	Решение задач	1		2
6	Степенные ряды.	Решение задач	2		4
7	Классификация особых точек.	Решение задач	2		4
8	Точки ветвления.	Решение задач	2		5
9	Теория вычетов	Решение задач	4		6
10	Асимптотические разложения	Решение задач	2		10
Всего			17		

#### 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 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)		10
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю		10

успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		10
Всего:	30	30

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)
<a href="https://e.lanbook.com/book/193364">https://e.lanbook.com/book/193364</a>	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	
<a href="https://e.lanbook.com/book/2763">https://e.lanbook.com/book/2763</a>	Волковыский, Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного : учебное пособие / Л. И. Волковыский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. — 4-е изд., перераб. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 312 с.	
<a href="https://e.lanbook.com/book/154470">https://e.lanbook.com/book/154470</a>	Богомолова, Е. В. Теория функций комплексной переменной : учебное пособие / Е. В. Богомолова. — Дубна : 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
<a href="https://intuit.ru">https://intuit.ru</a>	Интуит (национальный открытый университет)
<a href="https://e.lanbook.com/books">https://e.lanbook.com/books</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011
<a href="https://znanium.com/catalog/books">https://znanium.com/catalog/books</a>	Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 186-ЭБС от 08.02.2012
<a href="https://lms.guap.ru">https://lms.guap.ru</a>	Система дистанционного обучения ГУАП
<a href="https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm">https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm</a>	Международный научно-образовательный сайт EqWorld
<a href="http://mathprofi.ru">http://mathprofi.ru</a>	Примеры задач с решениями
<a href="https://ru.onlinemschool.com/math/assistance">https://ru.onlinemschool.com/math/assistance</a>	Онлайн калькулятор для математических расчетов

## 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
1	Microsoft Windows 7 договор № 110-7 от 28.02.2019
2	MS Office 2016 Professional Plus Лицензия номер 68710015 Договор 809-3 от 04.07.2017

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 таблице 12.

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

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– 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	Назовите определение комплексного числа.	ПК-5.3.2
2	Назовите определение алгебраической формы комплексного числа.	ПК-5.3.2
3	Запишите в тригонометрической форме и изобразите на комплексной плоскости числа $0$ , $-1+i$ , $2+3i$ , $\pm i$	ПК-2.У.1
4	Назовите определение мнимой части комплексного числа.	ПК-5.3.2
5	Покажите, что из уравнений Коши-Римана вытекает уравнение Лапласа для вещественной и мнимой частей функции комплексной переменной.	ПК-5.3.2
6	Назовите определение тригонометрической формы комплексного числа.	ПК-5.3.2
7	Постройте пять членов разложения функции комплексного переменного $f(z)=z/((1-z)(2+z)^2)$ в нуле и в точке $z=i$ .	ПК-2.У.1
8	Назовите определение аргумента комплексного числа. Чему равен аргумент комплексного числа, если $x<0$ и $y>0$ .	ПК-5.3.2
9	Расскажите, как извлечь корень степени «n» из комплексного числа.	ПК-2.У.1
10	Расскажите своими словами о комплексной плоскости, приведите примеры кривых и областей на ней.	ПК-5.3.2
11	Сформулируйте теорему о бесконечной дифференцируемости аналитической функции.	ПК-5.3.2
12	Сформулируйте теорему Коши.	ПК-5.3.2
13	Напишите формулу Коши для случая односвязной ограниченной плоскости.	ПК-5.3.2
14	Назовите, чему равна вещественная часть $\sin z$ .	ПК-5.3.2
15	Проинтегрируйте функцию $(z-a)^n$ по замкнутому контуру, охватывающему точку «a», если значение параметра $n=-1$ .	ПК-2.У.2
16	Сформулируйте критерий Коши существования предела функции комплексного аргумента.	ПК-5.3.2
17	Пользуясь определением равномерной сходимости ряда, докажите, что ряд $1/(1-z)=1+z+z^2+z^3+\dots$ не является равномерно сходящимся в области $ z <1$ .	ПК-5.3.2
18	Проверьте, является ли функция $f(z)= z ^2$ аналитической при $z=0$ .	ПК-5.3.2
19	Напишите формулу того, как по известной мнимой части аналитической функции может быть найдена ее вещественная часть.	ПК-5.3.2
20	Докажите, что для сходимости числового ряда с комплексными членами необходимо и достаточно сходимости двух вещественных рядов, составленных из вещественных и мнимых частей комплексного ряда.	ПК-5.3.2
21	Решите, чему равна производная $f(z)=e^z$ .	ПК-2.У.1

22	Приведите пример степенного ряда, областью сходимости которого является вся комплексная плоскость.	ПК-5.3.2
23	Напишите формулу Эйлера и докажите ее, используя известные степенные разложения входящих в нее функций комплексного переменного.	ПК-5.3.2
24	Продолжите фразу. Арктангенс комплексного аргумента $z$ не существует при значениях $z$ , равных ...	ПК-5.3.2
25	Проинтегрируйте комплексно сопряженное $z^*$ по дуге параболы $y=x^2$ , соединяющей точки $A(1;1)$ и $B(2;4)$ .	ПК-2.У.2
26	Сформулируйте теорему Лиувилля.	ПК-5.3.2
27	Расскажите своими словами, в чем состоит принцип максимального модуля.	ПК-5.3.2
28	Объясните, как связаны между собой функции комплексного переменного $\cos(iz)$ и $\operatorname{ch}(z)$ .	ПК-5.3.2
29	Назовите определение функции, аналитической на бесконечности. Можете ли Вы привести пример такой функции.	ПК-5.3.2
30	Напишите формулу для интеграла типа Коши в теории функций комплексного переменного.	ПК-5.3.2
31	При каком условии трехчлен $u=ax^2+2bxy+cy^2$ является гармонической функцией?	ПК-5.У.2
32	Сформулируйте признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда.	ПК-5.3.2
33	Выведите формулу для синуса суммы двух комплексных переменных $z_1$ и $z_2$ .	ПК-5.3.2
34	Внешность односвязной области на комплексной плоскости является односвязной или нет? Объясните свой ответ.	ПК-5.3.2
35	Проверьте выполнение условий Коши-Римана для функции $f(z)=e^z$ .	ПК-5.3.2
36	Дайте геометрическое толкование теоремы Абеля о сходимости степенного комплексного ряда.	ПК-5.3.2
37	Сформулируйте и докажите основную теорему алгебры.	ПК-5.3.2
38	Назовите определение $\varepsilon$ -окрестности бесконечно удаленной точки.	ПК-5.3.2
39	Расскажите своими словами, в чем состоит свойство сохранения углов при конформном отображении.	ПК-5.3.2
40	Сформулируйте и докажите теорему Абеля о сходимости степенного комплексного ряда.	ПК-5.3.2
41	Назовите, какую линию изображает уравнение $z(t)=2+te^{i\pi/4}$ .	ПК-2.У.1
42	Чему равен модуль комплексного синуса $\sin(z)$ ?	ПК-5.3.2
43	Какой геометрический образ соответствует уравнению $z(t)=\begin{cases} e^{it}, & 0 \leq t < 2\pi, \\ \cos^2 t, & 2\pi \leq t \leq 3\pi? \end{cases}$	ПК-2.У.2
44	Приведите примеры функций комплексного переменного, не имеющие производную.	ПК-5.3.2
45	Сформулируйте теорему Мореры.	ПК-5.3.2
46	Используя основную формулу интегрального исчисления, проинтегрируйте функцию $(z-i)^3$ от $i$ до $1$ .	ПК-2.У.1
47	Докажите, что основное свойство показательной функции $e^{z_1+z_2} = e^{z_1} \cdot e^{z_2}$ справедливо в случае комплексного переменного.	ПК-5.3.2
48	Объясните, в чем состоит свойство постоянства растяжения при конформном отображении в теории функций комплексного	ПК-5.3.2

	переменного.	
49	Решите задачу. Чему равны угол поворота и коэффициент растяжения в точке $z=1+i$ , если преобразующая функция $f(z)=z^3$ .	ПК-2.У.2
50	Приведите примеры аналитических функций.	ПК-5.3.2

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
1	Решите уравнение $(1+2i) \operatorname{Re} z + (3+5i) \operatorname{Im} z = 1-3i$ 1) $-14+5i$ 2) $5+14i$ 3) $14-5i$ 4) $0$	ПК-2.У.1
2	Выполните указанное действие: $(1+i\sqrt{3})^3$ 1) $-8$ 2) $8$ 3) $i$ 4) $-i$	ПК-2.У.2
3	Найдите мнимую часть функции $e^{x+iy}$ , где $x$ и $y$ – вещественные числа. 1) $e^x \cos y$ 2) $e^x \sin y$ 3) $e^x$ 4) $y$	ПК-5.3.2
4	Найдите вещественную часть выражения $\ln(-e)$ 1) $-1$ 2) $1$ 3) $0$ 4) $2$	ПК-5.3.2
5	Является ли функция $x^2 - y^2 - 2xy + i(x^2 - y^2 + 2xy)$ аналитической? 1) является 2) не является 3) недостаточно информации	ПК-5.3.2
6	Решите задачу. Три последовательные вершины параллелограмма – в точках $z_1=3+i$ , $z_2=1+2i$ , $z_3=2+6i$ . Найдите четвертую вершину. 1) $4+5i$ ;	ПК-2.У.1

	2) $6-7i$ 3) $5-4i$ 4) $4-5i$	
7	Составить аналитическую функцию $w(z)$ , если известно, что ее мнимая часть равна $v(x,y)=2xy+y$ , и значение $w(z)$ при $z=1$ равно $w(1)=2$ . 1) $w(z)=z^2+z$ 2) $w(z)=z^2(1-i)$ 3) $w(z)=z^3(1-2i)$ 4) $w(z)=z^2+z+1$	ПК-2.У.1
8	Выпишите три первых членов разложения функции $w(z)=z/\sin z$ комплексного переменного $z$ в ряд Тейлора в окрестности нуля. 1) $1+z^2/6+7/360 z^4+\dots$ 2) $1/z-z/3-z^3/45-\dots$ 3) $1+z/2-z^2/12+\dots$ 4) $z^2/2-z^4/12+z^6/45-\dots$	ПК-2.У.2
9	Дана функция комплексного переменного $w(z)=z^4/(z^2+1)$ . Проклассифицируйте особые точки $z=\pm i$ . 1) простые полюса; 2) существенно особые точки; 3) точки ветвления; 4) устранимые особые точки	ПК-2.У.1
10	Дана функция комплексного переменного $w(z)=e^{1/(1-z)}/(z-1)^4$ . Проклассифицируйте особую точку $z=\infty$ . 1) полюс 4-го порядка; 2) корень 4-го порядка; 3) существенно особая точка; 4) устранимая особая точка	ПК-2.У.2
11	Найти значение многозначной функции $w(z)=\sqrt{z}$ в точке $z=1$ , если ее значение при $z=-1$ равно $w(-1)=i$ , а в качестве разреза комплексной плоскости выбран луч, исходящий из нуля и составляющий с положительной полуосью $x$ угол $45^\circ$ . 1) 1 2) -1 3) 0 4) -i	ПК-2.У.1
12	Найти значение многозначной функции $w(z)=\ln(1-z^2)$ в точке $z=3$ , если ее значение в нуле равно $w(0)=0$ , а разрез комплексной плоскости задается системами $\begin{cases} x=0, \\ y \geq 1; \end{cases} \quad \begin{cases} x^2+y^2=1, \\ y \geq 0. \end{cases}$ 1) 1 2) -1 3) 0 4) -i	ПК-2.У.2
13	Используя теорему о вычетах, проинтегрируйте функцию $\sin(ax)/x$ вдоль положительной полуоси $x$ , где $a$ - вещественный параметр, $a \neq 0$ . 1) $\pi/2 \operatorname{sign}(a)$ 2) $-\pi/2 \operatorname{sign}(a)$ 3) $\pi/2$	ПК-2.У.1

	4) $\pi \operatorname{sign}(a)$	
14	Решите задачу. Найдите вычет функции комплексного переменного $\cos(1/(z-2))$ в точке $z=2$ . 1) 0 2) 2 3) 1 4) -3	ПК-2.У.2
15	Проинтегрируйте функцию комплексного аргумента $\ln(z)/z$ по дуге окружности с центром в точке $z=0$ и радиусом $r=1$ , соединяющей точки $z=1$ и $z=i$ . 1) $-\pi^2/8$ 2) $-\pi^2/4$ 3) $\pi^2/2$ 4) $\pi^2$	ПК-2.У.1
16	Решите задачу. Чему равны угол поворота и коэффициент растяжения в точке $z=1+i$ , если преобразующая функция $f(z)=z^2$ . 1) $\pi/2$ и 6 2) $\pi/4$ и $2\sqrt{2}$ 3) $3\pi/4$ и $8\sqrt{2}$ 4) $\pi$ и 20	ПК-2.У.2
17	Является ли ряд $z+(z^2-z)+(z^3-z^2)+\dots$ равномерно сходящимся в области $ z <1$ ? 1) является 2) не является 3) недостаточно информации	ПК-5.3.2
18	Чему равна сумма комплексного числа $z$ и комплексно сопряженного числа $z^*$ ? 1) $2\operatorname{Re}(z)$ 2) $2\operatorname{Im}(z)$ 3) $ z ^2$ 4) $2i\operatorname{Im}(z)$	ПК-5.3.2
19	Продифференцируйте функцию комплексного переменного $\cos(z)$ по переменному $z$ . 1) $\sin(z)$ 2) $\cos(z)$ 3) $-\sin(z)$ 4) $-\cos(z)$	ПК-5.3.2
20	Как связаны между собой функции $\operatorname{tg}(iz)$ и $i\operatorname{th}(z)$ ? 1) $\operatorname{tg}(iz)=i\operatorname{th}(z)$ 2) $\operatorname{tg}(iz)=\operatorname{th}(z)$ 3) $\operatorname{tg}(iz)=-i\operatorname{th}(z)$ 4) $\operatorname{tg}(iz)=\operatorname{th}(iz)$	ПК-5.3.2
21	Продолжите фразу. Аргумент $z$ в правой комплексной полуплоскости ( $x>0$ ) дается формулой 1) $\operatorname{arctg}(y/x)$ 2) $\pi+\operatorname{arctg}(y/x)$ 3) $\operatorname{arctg}(y/x)-\pi$ 4) $\operatorname{arctg}(x/y)$	ПК-5.3.2
22	Продолжите фразу. Областью сходимости степенного ряда с комплексными членами $1+z+z^2/2!+z^3/3!+\dots+z^n/n!+\dots$ является 1) комплексная плоскость 2) точка $z=0$	ПК-5.3.2

	3) область $ z  < 1$ 4) область $ z  \geq 1$	
23	Дано степенное представление функции комплексного переменного по степеням $z-\alpha$ , расходящееся при $z=z_1$ . Что Вы можете сказать о сходимости этого ряда в области $ z-\alpha  >  z_1-\alpha $ ? 1) сходится 2) расходится 3) недостаточно информации	ПК-5.3.2
24	Продолжите фразу. Мнимая часть комплексного синуса $\sin(z)$ равна 1) $\cos(x)\operatorname{sh}(y)$ 2) $\sin(x)\operatorname{ch}(y)$ 3) $\operatorname{ch}(x)\operatorname{sh}(y)$ 4) $\operatorname{ch}(y)\operatorname{sh}(x)$	ПК-5.3.2
25	Продолжите фразу. Формула Эйлера имеет вид ( $y$ – вещественное число) 1) $e^{iy} = \cos(y) + i\sin(y)$ 2) $e^y = \cos(y) + i\sin(y)$ 3) $e^{iy} = \cos(y) - i\sin(y)$ 4) $e^{iy} = \cos(y) \cdot i\sin(y)$	ПК-5.3.2
26	Найдите вычет функции комплексного переменного $w(z) = e^z / (z^2(z^2+9))$ в точке $z=0$ 1) $1/9$ 2) $-1/9$ 3) $1/3$ 4) $1$	ПК-2.У.1
27	Используя теорему о вычетах, найдите главное значение интеграла функции $x^2/(x^4-1)$ вдоль положительной полуоси $x$ . 1) $\pi/4$ 2) $\pi/2$ 3) $\pi$ 4) $2\pi$	ПК-2.У.2
28	Укажите область сходимости степенного ряда по степеням $z$ функции комплексного переменного $w(z) = (z+i)^{1/2}$ . 1) $ z  > 1$ 2) комплексная плоскость 3) $z=0$ 4) $ z  < 1$	ПК-5.3.2
29	Вычислите значение $\operatorname{th}(i\pi/6)$ . 1) $i/\sqrt{3}$ 2) $i\sqrt{3}$ 3) $i$ 4) $\sqrt{3}$	ПК-2.У.1
30	Закончите фразу. При умножении комплексных чисел 1) их модули перемножаются, а аргументы складываются; 2) их модули складываются, а аргументы перемножаются; 3) их модули и аргументы складываются; 4) их модули и аргументы перемножаются.	ПК-5.3.2

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

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

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:

- формулировка темы лекции;
- указание основных изучаемых разделов/вопросов;
- изложение вводной и основной частей лекции;
- краткие выводы по лекции, ответы на вопросы.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах  
Проведение семинаров не предусмотрено учебным планом данной дисциплины.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

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

Содержание и требование к практическим занятиям представлены в учебном пособии: Фарафонов В.Г. Случайные величины и случайные события/ Фарафонов В.Г., Устимов В.И. ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2020. - 127 с.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Проведение лабораторных работ не предусмотрено учебным планом данной дисциплины.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Выполнение курсовых работ не предусмотрено учебным планом данной дисциплины.

11.6. 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).

11.7. 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.

Текущий контроль включает:

- контроль посещаемости и работы на практических занятиях.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице 18. Результаты текущего контроля оцениваются в баллах, и учитываются при проведении промежуточных аттестаций.

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» [https://docs.guap.ru/guap/2020/sto\\_smk-3-76.pdf](https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf).

11.8. 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».

В течение семестра студенту необходимо выполнить тестирования не ниже оценки "удовлетворительно".

В случае невыполнения вышеизложенного, студент, при успешном прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена, не может получить аттестационную оценку выше "хорошо".

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» [https://docs.guap.ru/guap/2020/sto\\_smk-3-76.pdf](https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf).

#### 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