

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина»
(АГГПУ имени В.М. Шукшина)

Кафедра математики, физики, информатики



Утверждаю
проректор по учебной работе
М.В. Довыдова
«07» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.05.08 ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО

Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профиль подготовки	Математика и Информатика
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Составитель:
старший преподаватель

 А.И. Чередниченко

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

на заседании кафедры математики, физики, информатики

(протокол от 05 февраля 2024 г. № 5)

Заведующий кафедрой
математики, физики, информатики



Г.С. Шилинг

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины - формирование систематизированных знаний в области теории функций комплексного переменного, расширение на комплексную область основных понятий, используемых в действительном анализе: функция, предел, непрерывность, дифференцируемость, интегрируемость.

Задачи дисциплины:

1. Изучить операции дифференцирования и интегрирования для функций комплексного переменного.
2. Учитывая интересы будущих учителей, особое внимание уделить вопросам, связанным с программой профильной школы.
3. Познакомить с конформными отображениями, их свойствами.
4. Освоить новый математический аппарат (разложение в ряд Лорана, конформные отображения, вычеты и их применение к решению задач).
5. Осуществить межпредметные связи с уже изученными математическими курсами (математический анализ, алгебра, аналитическая геометрия).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория функций комплексного переменного» относится к обязательной части профессионального цикла (Б1.О.05.08). Её изучение опирается на знания, полученные студентами в ходе освоения математического анализа, теории функций действительного переменного, алгебры, геометрии и математической логики.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения учебных дисциплин, а также курсов по выбору студентов, содержание которых связано с готовностью студента углубить свои знания в области комплексного анализа.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих **компетенций**:

- Способен проектировать и реализовывать программу основного и среднего общего образования в предметной области Математика (ПК-1).

Наименование и код индикаторов достижения компетенций:

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- ПК-1.1: знание основы методики преподавания, основные принципы деятельностного подхода, виды и приемы современных педагогических технологий в области математики (З.1);
- ПК-1.2: знание рабочей программы и методики обучения по математике (З.2);

уметь:

- ПК-1.3: умение планировать и проводить учебные занятия по математике (У.1);
- ПК-1.4: умение использовать методы и средства педагогического мониторинга, позволяющие оценить степень сформированности у детей качеств, необходимых для дальнейшего обучения и развития по математике (У.2);

владеть:

- ПК-1.5: владеть формами и методами обучения, в том числе выходящими за рамки учебных занятий: проектная деятельность, лабораторные эксперименты, практические занятия и т.п. (В.1).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		9
Аудиторные занятия (всего)	30	30
В том числе:		
Лекции (Л)	10	10
Практические занятия (ПЗ)	20	20
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)	87	87
В том числе:		
Подготовка к лекционным и практическим занятиям	20	20
Расчетно-графические работы	10	10
Тесты	17	17
Коллоквиум-1	20	20
Коллоквиум-2	20	20
Вид промежуточной аттестации: экзамен	-	экзамен
Экзамен	27	27
Общая трудоемкость в часах	144	144
Общая трудоемкость в зачетных единицах	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**5.1. Содержание разделов (модулей) дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела (модуля) дисциплины	Содержание
1.	Функции комплексного переменного	Основные понятия, относящиеся к множествам точек в комплексной области. Стереографическая проекция. Функции комплексного переменного. Предел и непрерывность функции комплексного переменного.
2.	Последовательности и ряды в комплексной области	Ряды с комплексными членами. Функциональные ряды и равномерная сходимость. Степенные ряды. Круг и радиус сходимости.
3.	Элементарные функции в комплексной области	Показательная и тригонометрические функции, связь между ними, свойства. Логарифмическая функция и ее свойства. Обратные тригонометрические функции. Общая степенная функция.

4.	Дифференцируемость и аналитичность функции комплексного переменного	Производная функции комплексного переменного и ее свойства. Дифференцируемость функции. Условия дифференцируемости. Аналитичность функции. Необходимые и достаточные условия аналитичности функции. Гармонические функции. Построение аналитической функции по ее действительной или мнимой части.
5.	Конформные отображения	Геометрический смысл аргумента и модуля производной аналитической функции. Конформные отображения первого и второго рода. Отображения, осуществляемые некоторыми элементарными функциями (линейная, квадратичная, дробно-рациональная, показательная).
6.	Интегрирование функции комплексного переменного	Интеграл от функции комплексного переменного и его свойства. Вычисление интеграла. Интегральная теорема Коши. Обобщение теоремы на случай многосвязной области. Интегральная формула Коши. Интеграл и первообразная.
7.	Ряды Тейлора и Лорана	Разложение функций комплексного переменного в степенной ряд. Ряд Тейлора. Нули аналитической функции. Обобщенный степенной ряд. Ряд Лорана. Разложение аналитической функции в ряд Лорана. Изолированные особые точки аналитической функции и их классификация.
8.	Вычеты и их приложения	Вычет аналитической функции. Вычисление вычетов. Применение вычетов к вычислению контурных и несобственных интегралов.

5.2 Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	В том числе в интерактивной форме (час)	СРС	Всего
1.	Функции комплексного переменного	2	2	2 ч Интерактивная лекция	10	14
2.	Последовательности и ряды в комплексной области	2	2	2 ч Интерактивная лекция -	10	14
3.	Элементарные функции в комплексной области	2	2	-	10	14
4.	Дифференцируемость и аналитичность функции комплексного переменного	2	2	-	10	14
5.	Конформные отображения	2	2	-	10	14

6.	Интегрирование функции комплексного переменного	-	2		10	12
7.	Ряды Тейлора и Лорана	-	4	-	10	14
8.	Вычеты и их приложения	-	4	4 ч Работа в малых группах	17	21
	Экзамен	-	-	-	-	27
	Всего:	10	20	8	87	144
В том числе, использование интерактивных форм, технологий				лекц 4	практ. 4	

6. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

7. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. *Карасев, И.П.* Теория функций комплексного переменного. [Текст]: учебник для вузов / И.П. Карасев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2018. – 216 с.
2. *Шабунин, М.И.* Теория функций комплексного переменного. [Текст]: учебник для вузов / М.И. Шабунин, Ю.В. Сидоров. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. – 248 с.
3. *Шабунин, М.И.* Сборник задач по теории функций комплексного переменного [Текст]: сборник задач / М.И. Шабунин, Е.С. Половинкин, И.И. Карлов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. – 362 с.
4. *Борзенко, Е.К.* Функции комплексного переменного. [Текст]: методические рекомендации для студентов педвуза/ Е.К. Борзенко. – Бийск: БПГУ им. В. М. Шукшина, 2018. – 54 с.

б) дополнительная литература:

5. *Геворкян, П.С.* Высшая математика. Интегралы, ряды, ТФКП, дифференциальные уравнения. Том 2. [Текст]: учебное пособие для вузов/ П.С. Геворкян. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.– 272 с.
6. *Сидоров, Ю.В.* Лекции по теории функций комплексного переменного. [Текст]: учебное пособие. / Ю.В. Сидоров и др. – М.: Наука, 1976.– 408 с.
7. *Соломенцев, Е.Д.* Функции комплексного переменного и их применение. [Текст]: учеб. пособие. / Е.Д. Соломенцев. – М.: Высшая школа, 1988.– 268 с.
8. *Привалов, И.И.* Введение в теорию функций комплексного переменного. [Текст]: учебник для вузов / И.И. Привалов. — М.: Наука, 1984. – 432 с.

в) программное обеспечение:

1. Работа на компьютере проводится с использованием лицензионных версий операционной системы Microsoft Windows XP Prof.
2. Для работы в библиотеке используется общеузовское лицензионное программное обеспечение «Ирбис-64», в составе которого входят АРМ «Каталогизатор», АРМ «Читатель», АРМ «Администратор», АРМ «Комплектатор», Web-Ирбис (CZ39.50)
3. Лицензионная программа АУП (Шахты) – комплекс «Электронные ведомости»

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Национальный цифровой ресурс Руконт. Режим доступа [<http://www.rucont.ru/>].
2. Университетская библиотека он-лайн. Режим доступа [<http://www.biblioclub.ru/>]. б) интернет-ресурсы 1. <http://www.4p.ru> 2. <http://marketing.com.ru>

д) Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Организация самостоятельной работы студентов в учреждении высшего образования [Текст]: методические рекомендации / Сост.Е.Б. Манузина, Е.Э. Норина; Алтайская гос. Академия обр-я им. В.М. Шукшина. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2014. – 84 с.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 106 Учебная физическая лаборатория Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, оборудования для физики, наличие подключения к сети Интернет. Microsoft WindowsXP № лицензии 44039700, Microsoft Office - 2010 № лицензии 49379849 <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> <i>Консультант Плюс Договор №26 от 30.12.2022г ООО «Юркомп»</i> Mathcad University Classroom Perpetual - 15 (сетевая версия) Код PKG-7517-EN PTC606002CD140-004 Borland Developer Studio 2006 Professional AcademicEdition SKU: BDB0006WW1518A Borland Developer Studio 2006 Professional AcademicEdition (сетевая версия Живая математика 5.0 Живая физика <i>Лого Миры: Вероятности</i> <i>Виртуальные лаборатории: Электричество и магнетизм, Оптика и волны, Механика и Электродинамика</i> Живая статистика SKU: BDB0006WWXX004, счет №АА 38643-00 от 26 августа 2008 ООО "Киролан Лицензии № 201998313, № 20199834, № 201998319, № 201998311, № 201998310, № 20199835, № 20199838, № 201998312, № 20199839 <i>Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370)</i> СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (General Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Vertual Box, GNU (General Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteKodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnзор, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NvDA) Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
Ауд. 126 Учебная физическая лаборатория Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа,	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный

курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: стационарный компьютер, школьное физическое оборудование, наличие подключения к сети Интернет. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Microsoft WindowsXP № лицензии 44039700, Microsoft Office - 2010 № лицензии 49379849 <i>Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370)</i> СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Vertual Box, GNU (Geniral Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteKodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnzor, InternetCensor, Non Vignal Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	корпус 3
Ауд. 133 Компьютерный класс Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, ноутбуки, наличие подключения к сети Интернет. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> OC Windows 10 PRO, Microsoft Windows 10 Home Контракт № 19/6 – ЭА от 18.11.2019 Класс VR: Контракт № 19/2 – ЭА от 18.11.2019 <i>Movavi Video Editor Academic Edition 2020 Лицензионный договор на использование программного обеспечения от 26.02.2021г.</i> <i>Movavi Photo Editor 6 Лицензионный договор на использование программного обеспечения от 26.02.2021г.</i> <i>Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370)</i> СУБД Ред Базы Данных Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. Соглашение о конфиденциальности №440/11-21К Программный продукт ГЕМБАФЕЙС Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 25.02.2022г. Соглашение о конфиденциальности №440/11-21К СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, cense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Vertual Box, GNU (Geniral Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteKodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnzor, InternetCensor, Non Vignal Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659300 г. Бийск, ул. Советская, 9, учебный корпус 3
Ауд. 154-167 Технопарк универсальных педагогических компетенций Комплект учебной мебели, флипчарт. Технические средства: Атомные спектры двуэлектронных систем He, Hg, камера для триногулярных микроскопов, комплект для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации, программно-аппаратный комплекс топографического изучения строения организма человека, ресурсный набор анализа материалов для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации, ресурсный набор рентгеноструктурный анализ материалов для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации, съёмная рентгеновская трубка Mo tube, съёмная рентгеновская трубка W tube, тринокулярный микроскоп для преподавателя 1000х, предметный столик, план-ахроматическая "бесконечная оптика", лабораторный набор по генетике и материалы , трис-боратный буфер для электрофореза, шлем виртуальной реальности профессиональный HTC Vive Cosmos, шлем виртуальной реальности профессиональный HTC Vive Focus Plus, очки дополненной реальности Erpson, камера 360 профессиональная Insta360 Pro, камера 360 любительская Insta360 One, стационарный персональный компьютер Parus 2021, интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Notebook Контракт 29-ЭА от 12.11.21 ООО «РуДиспликс» Программно-аппаратный комплекс топографического изучения строения организма ПО 3datlas Контракт 12-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные проборы и системы» Оборудование для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации (рентгенография) Контракт 13-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные проборы и системы» Профессиональные оптические приборы ПО TouP Cam Контракт 14-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные проборы и системы» Учебно-демонстрационное оборудование (Цифровая лаборатория по физике ПО Releon Lite 3.63) Контракт 15-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные проборы и системы» «VR» - оборудование Контракт 22-ЭА от 28.10.2021 ИП Кузьменко Денис Евгеньевич	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	
Ауд. 1-102 Кабинет для проведения занятий технологической направленности Комплект учебной мебели. Технические средства: интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, ноутбуки, образовательный конструктор с комплектом датчиков, образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике (6 комплектов), образовательный набор по электронике, электромеханике и микропроцессорной технике, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов, комплект для изучения операционных систем реального времени и систем управления автономных мобильных роботов, четырёхосевой учебный робот-манипулятор с модульными сменными насадками, комплект полей и соревновательных элементов, образовательный модуль для углубленного изучения механики, мехатроники и САУ, лаборатория исследования окружающей среды, альтернативных источников энергии, материалов и инженерных конструкций, автономный робот манипулятор с колесами всенаправленного движения, базовый робототехнический набор, ресурсный робототехнический набор, датчик цвета базового робототехнического набора, ультразвуковой датчик базового робототехнического набора, зарядное устройство, образовательный набор по изучению технологий реверсивного инжиниринга, образовательный набор по изучению аддитивных технологий и быстрого прототипирования, станок лазерной резки с числовым программным управлением и системой фильтрации воздуха. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> ПО Microsoft Win 10 Professional 32/64 bit SP2 Only USB RS Box Контракт 14/1 от 03.12.21 ООО «Парус Плюс» Microsoft Office - 2019 (коробочная версия) Договор пожертвования от 06.05.2022 Цифровые лаборатории по физике, химии, биологии ПО Releon Camera 1.1, Releon Lite 3.63 Контракт 51-ЭА от 30.11.21 ООО «Константа» Оборудование технологического профиля (Роботы, 3d сканер, 3d принтер) Контракт 7-ЭА от 23.09.21 ООО «Константа» Учебно-исследовательские лаборатории биосигналов и нейротехнологий ПО BiTronies Studio 5.1.10 Контракт 5-ЭА от 23.09.21 ООО «Спецкомплект» Цифровые микроскопы ПО TouP Cam Контракт 4-ЭА от 20.09.21 ИП Вебер Ольга Сергеевна Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikat Notebook Контракт 29-ЭА от 12.11.21 ООО «Рудисплейс» ПАК NITRINO Контракт №55-ЭА от 30.11.2021 ООО «Парус Плюс» Станок лазерной резки с ЧПУ и системой фильтрации воздуха (облачный режим www.gweikecloud.com) Контракт №10 от 18.10.2021г. ООО «УК «Восточная Сибирь» Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00001380от 01.03.2023 Лицензия № 26FE-230306-093724-9-35565(370) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Методические рекомендации для преподавателей

Учебным планом на изучение дисциплины отводится 144 часа в девятом семестре. При этом 30 часов учебного времени используется для аудиторных занятий. В конце семестра предусмотрен экзамен. При изучении дисциплины следует провести два коллоквиума и выполнить расчетно-графическую работу. Для текущего контроля результатов обучения проводятся тесты после каждой темы.

При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучающихся.

Предлагается:

При чтении лекций по всем разделам программы демонстрировать студентам многочисленные приложения ТФКП в различных прикладных математических дисциплинах (теоретическая физика, гидродинамика, теория упругости, небесная механика и др.) а также иллюстрировать теоретический материал большим количеством примеров, приемов решения основных типов задач.

Интерактивные формы работы предполагаются при изучении шестого, седьмого и восьмого разделов программы: это презентационное сопровождение лекций, проблемная лекция, дискуссия, работа в группах.

На практических занятиях обращать внимание студентов на применении теории функций комплексного переменного к решению задач межпредметного характера (вычисление несобственных интегралов, контурных интегралов, конформные отображения). Особое внимание обратить на темы, которые изучаются в профильных классах средней школы.

10.2 Методические рекомендации для студентов

При изучении дисциплины студентам необходимо выполнить расчетное задание, 7 тестов и сдать 2 коллоквиума.

Образцы решения основных типов задач даны приведены:

- 1) Борзенко Е.К. Функции комплексного переменного. Внутренний сайт ФМФ (fmf@bigpi.biysk.ru);
- 2) *Борзенко Е.К.* Функции комплексного переменного. [Текст]: методические рекомендации для студентов педвуза/ Е.К. Борзенко. – Бийск: БПГУ им. В. М. Шукшина, **2008**. – 54 с.

Предусмотрены следующие тесты:

- 1) Тест-1. Комплексные числа и действия над ними.
- 2) Тест-2. Множества точек на комплексной плоскости.
- 3) Тест-3. Последовательности и ряды в комплексной плоскости
- 4) Тест-4. Функции и отображения.
- 5) Дифференцируемость и аналитичность функции комплексного переменного.
- 6) Интегралы от функции комплексного переменного.
- 7) Вычеты и их применение.

Коллоквиум-1 проводится по вопросам 1 – 23;

Коллоквиум-2 – проводится по вопросам 24 – 42.

Оценка знаний осуществляется с применением балльно-рейтинговой системы. Любой вид контролируемых мероприятий оценивается по 100-балльной шкале, затем переводится в баллы в соответствии с весовым коэффициентом.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств разработан для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине **«Теория функций комплексного переменного»** и входит в состав основной образовательной программы по направлению подготовки: 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (профиль «Математика и Информатика») (квалификация «Бакалавр»), реализуемой при подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина». Фонд оценочных средств предназначен для проверки сформированности компетенций, заявленных в программе дисциплины **«Теория функций комплексного переменного»** в соответствии с учебным планом 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (профиль «Математика и Информатика») (квалификация «Бакалавр»).

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

— - Способен проектировать и реализовывать программу основного и среднего

общего образования в предметной области Математика (ПК-1).

Компетенции, этапы	Индикаторы	Оценочные средства
ПК-1 5 этап	Знать: - ПК-1.1: знание основы методики преподавания, основные принципы деятельностного подхода, виды и приемы современных педагогических технологий в области математики (З.1); - ПК-1.2: знание рабочей программы и методики обучения по математике (З.2);	Практико-ориентированное задание: расчетное задание.
	Уметь: - ПК-1.3: умение планировать и проводить учебные занятия по математике (У.1); - ПК-1.4: умение использовать методы и средства педагогического мониторинга, позволяющие оценить степень сформированности у детей качеств, необходимых для дальнейшего обучения и развития по математике (У.2);	
	Владеть: - ПК-1.5: владеть формами и методами обучения, в том числе выходящими за рамки учебных занятий: проектная деятельность, лабораторные эксперименты, практические занятия и т.п. (В.1).	

Компетенция ПК-1 с указанием этапа формирования в процессе освоения образовательной программы

Компетенция ПК-1 (способен проектировать и реализовывать программу основного и среднего общего образования в предметной области Математика) формируется на пятом этапе формирования компетенций.

Компетенция ПК-1 формировалась в процессе изучения данной дисциплины и продолжит формироваться на следующих курсах в процессе изучения других учебных дисциплин, прохождения практик и итоговой государственной аттестации (Защита выпускной квалификационной работы).

Типовое контрольное задание для оценки сформированности данной компетенции направлено на демонстрацию готовности проектировать и реализовывать программу основного и среднего общего образования в предметной области Математика.

1. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

11.1 Вопросы к экзамену по курсу

«Теория функций комплексного переменного»

1. Различные формы представления комплексного числа. Действия над комплексными числами в различных формах.
2. Изображение комплексных чисел на плоскости. Геометрическая интерпретация операций над комплексными числами.
3. Стереографическая проекция. Расширенная комплексная плоскость.
4. Множества точек на комплексной плоскости.
5. Функция комплексного переменного (основные понятия и примеры).
6. Предел и непрерывность функции комплексного переменного.
7. Последовательности комплексных чисел. Необходимое и достаточное условия сходимости последовательности.
8. Числовые ряды в комплексной области. Необходимое и достаточное условия сходимости ряда.
9. Числовые ряды. Абсолютная сходимость.
10. Функциональные ряды. Равномерная сходимость ряда. Признак Вейерштрасса.
11. Степенные ряды. Теорема Абеля.
12. Радиус и круг сходимости степенного ряда.
13. Показательная функция комплексного переменного и ее свойства.
14. Тригонометрические функции комплексного переменного и их свойства.
15. Логарифмическая функция и ее свойства.
16. Обратные тригонометрические функции.
17. Общая степенная функция.
18. Производная функции комплексного переменного.
19. Непрерывность и дифференцируемость.
20. Условия дифференцируемости. Формулы для вычисления производной.
21. Понятие аналитической функции. Условия аналитичности функции.
22. Гармонические функции.
23. Построение аналитической функции по ее действительной или мнимой части.
24. Геометрический смысл аргумента и модуля производной аналитической функции.
25. Конформные отображения. Отображение, осуществляемое линейной функцией и его основные свойства.
26. Отображение, осуществляемое функцией $\omega = \frac{1}{z}$ и его основные свойства.
27. Отображение, осуществляемое дробно-линейной функцией и его основные свойства.
28. Отображение, осуществляемое квадратичной функцией и его основные свойства.
29. Отображение, осуществляемое показательной функцией и его основные свойства.
30. Интеграл от функции комплексной переменной, его основные свойства.
31. Вычисление интеграла от функции комплексного переменного.
32. Интегральная теорема Коши. Следствие из нее.
33. Вычисление интеграла вида $\oint_c \frac{dz}{(z-a)^n}$, $n \in \mathbb{Z}$.
34. Интегральная формула Коши. Вычисление контурных интегралов.
35. Первообразная.
36. Разложение аналитической в круге функции в степенной ряд. Ряд Тейлора.
37. Голоморфные функции. Нули функции.
38. Обобщенный степенной ряд. Ряд Лорана.

39. Изолированные особые точки аналитической функции и их классификация.
40. Вычет аналитической функции. Вычисление вычетов.
41. Вычисление контурных интегралов с помощью вычетов.
42. Вычисление несобственных интегралов.

Критерии оценки устного ответа:

1. Соответствие ответа формулировке вопроса. Содержательность, глубина и полнота ответа. Достоверность излагаемого материала (0-40 баллов).
2. Аргументированность, логичность (0-30 баллов).
3. Достаточный научно-теоретический уровень ответа (0-30 баллов).

Уровни сформированности компетенции ПК-1:

Уровни ПК-1	Показатели
пороговый	Ответ в основном правильный, но схематичный, обнаруживающий лишь умение поверхностно и с отклонениями от последовательности изложения раскрыть материал; научно-теоретический уровень ответа не достаточен; нет обобщений и выводов в полном объеме, имеются существенные ошибки в формулировке определений.
базовый	Ответ, обнаруживает хорошее знание и понимание материала, умение излагать свои мысли последовательно и грамотно. В ответе может быть недостаточно полно развернута аргументация, возможны отдельные затруднения в формулировке выводов, иллюстративный материал может быть представлен недостаточно, приводимые примеры не точные, отдельные ошибки в формулировке понятий
повышенный	Ответ исчерпывающий, точный, проявлено умение пользоваться материалом текстов по предмету для аргументации и самостоятельных выводов, свободное владение соответствующей терминологией, навыками анализа, умение излагать свои мысли последовательно с необходимыми обобщениями и выводами, используя термины.

2. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

11.2 Образцы задач к экзамену

1. Представить комплексное число $z = -1 - i\sqrt{3}$ во всех формах.
2. Вычислить $(1+i)^{10}$, i^{4871} .
3. Изобразить множество точек z на комплексной плоскости:
а) $\text{Im}(z+2) > \text{Re } z + 1$, б) $|z-1+i| = 2$.
4. Записать уравнение окружности с центром в точке $z_0 = -\sqrt{3} - i$ и радиусом $R=0,5$ в комплексной, показательной, комплексно-параметрической формах.

5. Найти предел последовательности комплексных чисел

$$z_n = \frac{(-1)^n}{n+7} + i \frac{\sin n\alpha}{3^n}.$$

6. Исследовать ряд на сходимость $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2 + 2n}{3n^5 + 2} + i \left(\frac{n+1}{2n-1} \right)^n$.

7. Найти область сходимости ряда

$$\text{а) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(z-1)^n}{n!}, \quad \text{б) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n}{n! z^n}.$$

8. Найти аналитическую функцию, если действительная часть $U(x, y) = x^2 - y^2 + x + 3$.

9. Вычислить интегралы:

$$\text{а) } \int_{\gamma} \frac{1}{z^2 + 1} dz, \text{ где } \gamma: |z + i| = 1,$$

$$\text{б) } \oint_{\gamma} \frac{z + 3}{(z-1)(z^2 + 1)} dz, \text{ где}$$

$$1) \gamma: |z| = 0.5, \quad 2) \gamma: |z - 1| = 1, \quad 3) \gamma: |z - i| = 1, \quad 4) \gamma: |z + i| = 1.$$

10. Разложить в ряд по степеням z функции

$$\text{а) } \frac{1}{z+2}, \quad \text{б) } \frac{1}{z-2}, \quad \text{в) } \frac{1}{z+5}, \quad \text{г) } e^{-z}.$$

11. Разложить в ряд по степеням $(z-1)$ функции

$$\text{а) } \frac{1}{z-5}, \quad \text{б) } \frac{1}{z+1}, \quad \text{в) } e^z.$$

12. Вычислить вычеты функций относительно каждой из особых точек:

$$\text{I. а) } ze^{\frac{1}{z}}; \quad \text{б) } z^2 e^{\frac{1}{z}}; \quad \text{в) } e^{\frac{3}{z-5}}; \quad \text{г) } z^3 \cos \frac{1}{z-2}.$$

$$\text{II. а) } \frac{z^2 + 1}{(z-1) \cdot (z+2)}; \quad \text{б) } \frac{z^2 + z - 1}{z^3 - z}; \quad \text{в) } \frac{z}{e^z - 1}.$$

$$\text{III. а) } \frac{\cos z}{(z-1)^2}; \quad \text{б) } \frac{\cos \pi z}{\left(z - \frac{1}{2}\right)^2}; \quad \text{в) } \frac{\sin \pi z}{(z-1)^3}.$$

13. Вычислить указанные интегралы:

$$\text{а) } \int_C \frac{z dz}{(z-1)(z-2)^2}, \text{ где } C \text{ — окружность } |z| = 3.$$

$$\text{б) } \int_C \frac{dz}{(z^2 - 1)^2 (z-3)^2}, \text{ где } C \text{ — окружность } |z| = 2.$$

$$\text{в) } \int_C \frac{z^3}{z+1} e^{\frac{1}{z}} dz, \text{ где } C \text{ — окружность } |z| = 2.$$

3. Типовое контрольное задание на этапе формирования ПК-1:

11.3 Образец варианта расчетной работы

1. Представить данные комплексные числа во всех формах, предварительно изобразив их на комплексной плоскости.

$$Z_1 = 2 \left(\cos \frac{\pi}{4} - i \sin \frac{\pi}{4} \right); \quad Z_2 = -2; \quad Z_3 = \sqrt{2} e^{-i \frac{\pi}{4}}.$$

2. Найти действительные x и y из уравнения.

$$(1 + 2i)x - (2 + 3i)y = 5 + 4i.$$

3. Выполнить действия:

$$\text{а) } \frac{(2+i)(5-4i)}{1-2i}; \quad \text{б) } i^{6781}.$$

4. Выяснить, какие линии представлены уравнениями. Изобразить их на чертеже.

$$\text{а) } Z = \frac{1}{t} + it, \quad (-\infty < t < +\infty, t \neq 0); \quad \text{б) } \left| \frac{Z+1}{Z} \right| = 2.$$

5. Выяснить, сходятся или расходятся следующие ряды.

$$\begin{aligned} \text{а) } \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{2n+1}{3n} + i \frac{n+1}{4n+5} \right); & \quad \text{б) } \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{3n}{n^3+1} + i \frac{(-1)^{n+1}}{n+5} \right); \\ \text{в) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{e^{in}}{6^n}; & \quad \text{г) } \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1}{4} (1+i\sqrt{3}) \right)^n. \end{aligned}$$

6. Определить область сходимости ряда и найти его сумму.

$$\text{а) } \sum_{n=0}^{\infty} 2^n (Z+i)^n; \quad \text{б) } \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{1}{Z-(2+i)} \right)^n.$$

7. Найти радиус сходимости ряда, область сходимости.

$$\text{а) } \sum_{n=0}^{\infty} 4^n (Z+2i)^n; \quad \text{б) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(Z-i)^n}{\sqrt{n+2}}.$$

8. Найти сумму: $\sum_{k=1}^{k=60} \sin(2k-1)x$.

9. Выяснить, являются ли функция гармонической.

$$u(x, y) = \frac{x}{x^2 + y^2}.$$

10. Доказать, что данная функция является аналитической на всей комплексной плоскости и найти ее производную.

а) $f(Z) = 7Z^2 + 3Z + 1$;

б) $f(Z) = \sin 2Z$.

11. Найти коэффициент растяжения и угол поворота отображения $f(Z)$ в точке Z_0 .
 $f(Z) = e^Z$, $Z_0 = 1 + i$.

12. Разложить в ряд Тейлора по степеням Z функцию $\omega = f(Z)$.

а) $\omega = \sin \frac{Z}{2}$;

б) $\omega = \frac{Z}{Z+4}$.

13. Разложить в ряд Лорана функцию $\omega = f(Z)$.

а) $\omega = \frac{1}{z-3}$, если $|z| < 3$;

б) $\omega = \frac{1}{z-3}$, если $|z| > 3$.

14. Вычислить интегралы.

1) $\oint_{\gamma} \frac{\cos Z dZ}{Z}$;

а) $\gamma: |Z - 2i| = 1$;

б) $\gamma: \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$.

2) $\int_C \operatorname{tg} \pi z dz$, где C — окружность $|z| = 100$.

3) $\int_C \frac{z^3}{z^4 - 1} dz$, где C — окружность $|z| = 2$.

Критерии оценки компетенций в рамках типовых контрольных заданий 11.2. и 11.3:

1. Соответствие ответа формулировке вопроса. Содержательность, глубина и полнота ответа. Достоверность излагаемого материала (0-30 баллов).
2. Практическая направленность (0-30 баллов)
3. Аргументированность, логичность (0-20 баллов).
4. Достаточный научно-теоретический уровень ответа (0-20 баллов).

Типовое задание оценивается по 100-балльной шкале, которая переводится в пяти балльную шкалу в соответствии с действующим на текущий момент Положением о рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов:

- оценка «5» выставляется в случае, если студент выполнил качественно 87–100 % типового задания;
- оценка «4» выставляется в случае, если студент выполнил качественно 75–86 % типового задания;
- оценка «3» выставляется в случае, если студент выполнил качественно 60–74 % типового задания;
- оценка «2» выставляется в случае, если студент выполнил менее 60 % типового задания.

Уровни сформированности компетенции ПК-1 в рамках дисциплины:

Уровень ПК-1	Основные признаки уровня
пороговый	Ответ студента при изложении теоретических вопросов дисциплины схематичный - на уровне определений и формулировок теоретических положений; научно-теоретический уровень ответа не достаточен; имеются ошибки в логической последовательности, в формулировке понятий и положений. При выполнении заданий всех форм контроля студент: Знает основные понятия теории функций комплексного переменного. Умеет, используя определения и теоремы, проводить исследования, связанные с основными понятиями курса применять математические методы для решения некоторых практических задач. Владеет отдельными положениями классических разделов теории функций комплексного переменного. По итогам балльно-рейтинговой системы сумма рейтинговых баллов студента составляет от 60 до 74 баллов.
базовый	Студент обнаруживает хорошее знание и понимание материала, умение излагать свои мысли последовательно, логично, доказательно. В ответе может быть недостаточно полно развернуто доказательство теорем, возможны отдельные затруднения в формулировке выводов, но способен продемонстрировать владение методами, алгоритмами, приложениями на примере решения учебных задач дисциплины. При выполнении заданий всех форм контроля студент: Знает основные факты (теоремы, свойства) комплексного анализа, различные математические методы, применяемые при конструировании математических моделей среднего уровня сложности, приводит примеры. Умеет, используя определения и теоремы, проводить исследования, связанные с основными понятиями курса, вычислять пределы, производные, интегралы в комплексной области, строить простейшие конформные отображения применять математические методы для решения практических задач среднего уровня сложности. Владеет базовыми идеями и методами теории функций комплексного переменного, основными приемами фундаментальной и прикладной математики. По итогам балльно-рейтинговой системы сумма рейтинговых баллов студента составляет от 74 до 86 баллов
повышенный	Ответ исчерпывающий, точный, проявлено умение пользоваться теоретическим и прикладным аппаратом математического анализа, демонстрирует, свободное владение соответствующей терминологией, навыками

	рассуждений и умениями решать задачи междисциплинарного и исследовательского характера. При выполнении заданий всех форм контроля студент: Знает основные методы теории функций комплексного переменного, методы фундаментальной и прикладной математики, применяющиеся для конструирования и исследования математических моделей. Умеет, используя определения и теоремы, проводить исследования, связанные с основными понятиями курса, применять математические методы для решения задач. Владеет основными понятиями школьного курса математики, связанные с теорией функций комплексного переменного (профильный уровень), приемами построения математических моделей для решения практических проблем. По итогам балльно-рейтинговой системы сумма рейтинговых баллов студента составляет от 87 до 100 баллов
--	--

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Целью промежуточной аттестации по данной дисциплине является оценка уровня сформированности компетенций в результате усвоения знаний, приобретения умений, навыков и опыта деятельности в рамках освоения дисциплины (модуля).

Процедура оценивания охватывает обучающихся, осваивавших дисциплину (модуль). Процедура оценивания проводится по окончании освоения дисциплины (модуля). Оценка уровня сформированности компетенций на этапах их формирования определяется на основании собеседования, включающих теоретические вопросы или задания, в которых обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы; при этом актуализируется определенный комплекс знаний, необходимый для разрешения данной проблемы. Оценивание ответов обучающихся проводится в соответствии с приведенными критериями.

На основании ответов (ответов на тест, выполнение практико-ориентированного задания) оценивается уровень сформированности компетенций на этапах их формирования в рамках дисциплины (модуля), а также уровень знаний, умений, навыков и опыта деятельности, по результатам выставляется оценка. Результаты проведения процедуры в установленном порядке проставляются преподавателем в зачетные книжки обучающихся и электронные ведомости. По результатам проведения процедуры оценивания преподавателем делается вывод о результатах промежуточной аттестации по дисциплине.

Процедура оценивания (экзамен) соответствует действующим в вузе текущим положениям, включая Положение о рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.