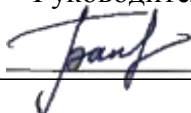


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

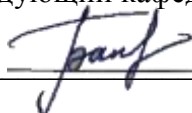
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП



И.А. Байгушева
« 28 » июня 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой математики



И.А. Байгушева
« 28 » июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитическая теория чисел

Составитель	Захаров С.А., кандидат физико-математических наук, доцент;
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль)	Математика и Информатика
Степень	бакалавр
Форма обучения	очная
Год приёма	2020
Курс	5
Семестр	9

Астрахань – 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины Аналитическая теория чисел являются

- познакомить студентов с современными вопросами и их решениями в классических разделах теории чисел;
- показать применение теории функций комплексной переменной в вопросах арифметики;
- расширить и углубить школьную программу по арифметике;
- обеспечить фундаментальную математическую подготовку как основу будущей профессиональной деятельности;
- сформировать личность и мировоззрение будущего педагога.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- научить студентов применять методы теории аналитических функций в арифметических задачах;
- сформировать теоретико-функциональный взгляд на арифметические задачи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Аналитическая теория чисел» относится к вариативной части и осваивается в 9 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами: Математический анализ, Алгебра, Геометрия, Теория функций комплексного переменного, Теория функций действительного переменного.

Знания: основных понятий и теорем математического анализа и линейной алгебры.

Умения: проводить рассуждения при доказательстве утверждений.

Навыки решать стандартные задачи математического анализа и алгебры.

2.3. Последующие учебные дисциплины и практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: написание выпускной квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ПК-1: Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности

Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины		
	Знать	Уметь	Владеть
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез	УК-1.1. Знать методы критического анализа и оценки современных	УК-1.2. Уметь получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов;	УК-1.3. Владеть навыком исследования проблем профессиональной деятельности с

информации, применять системный подход для решения поставленных задач	научных достижений; основные принципы критического анализа.	собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе экспериментальных действий.	применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявлением научных проблем и использованием адекватных методов для их решения; демонстрацией оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций.
ПК-1. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности	ПК-1.1. Знать содержание, сущность, закономерности, базовые теории в предметной области; закономерности, определяющие место предмета в общей картине мира; программы и учебники по преподаваемому предмету; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения педагогических, научно-методических и организационно-управленческих задач (педагогика, психология, возрастная физиология; школьная гигиена; методика	ПК-1.2 Уметь анализировать базовые предметные научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов.	ПК-1.3. Владеть навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач.

	преподава-ния предмета).		
--	--------------------------	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, в том числе 40 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 20 часа – лекции, 20 часа – практические, семинарские занятия, и 32 часа – на самостоятельную работу обучающихся).

Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела (темы)			Семестр	Контактная работа (в часах)		Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
					Л	ПЗ			
1	Понятие об асимптоти- ческом законе распре-деления простых чисел			9	4	4	8	коллоквиум № 1	
2	Целые функции конеч-ного порядка			9	6	6	8		
3	Дзета-функция Римана			9	4	4	8	коллоквиум № 2	
4	Асимптотический закон распределения простых чисел			9	6	6	8		
20	20	32	ЗАЧЁТ						

Таблица 3 – Матрица соотнесения тем учебной дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Кол-во часов	УК-1	ПК-1	Общее количество компетенций
Тема 1	16	+	+	2
Тема 2	20	+	+	2
Тема 3	16	+	+	2
Тема 4	20	+	+	2
Итого	72			

Краткое содержание каждой темы дисциплины

Тема 1. Понятие об асимптотическом законе распределения простых чисел.

Бесконечность множества простых чисел. Неравномерность распределения простых чисел. Результаты П.Л. Чебышёва. *O*-символика. Результаты Римана, Адамара, Валле-Пуссена. Схема доказательства асимптотического закона. Интегральное преобразование Абеля. Связь между функцией П.Л. Чебышёва и распределением простых.

Тема 2. Целые функции конечного порядка.

Дополнительные сведения из математического анализа: перемножение рядов, бесконечные произведения, равенство повторных интегралов, теорема Морера, аналитичность интегралов, зависящих от параметра. Эйлеров интеграл второго рода. Гамма-функция Эйлера. Целые функции конечного порядка. Разложение в бесконечное произведение по нулям.

Тема 3. Дзета-функция Римана.

Аналитическое продолжение дзета-функции в правую полуплоскость. Функциональное уравнение для тета-функции. Функциональное уравнение для дзета-функции. Кси-функция как целая функция первого порядка. Нетривиальные нули дзета-функции.

Тема 4. Асимптотический закон распределения простых чисел.

Граница Валле-Пуссена для нетривиальных нулей дзета-функции. Теорема обращения для рядов Дирихле. Доказательство асимптотического закона. Гипотеза Римана и следствия из нее. Связь между оценкой остатка в асимптотическом законе и расположением нулей дзета-функции.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Лекция как элемент образовательного процесса должна включать в себя следующие этапы:

1. Формулировку темы лекции.
2. Указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение.
3. Изложение вводной части.
4. Изложение основной части лекции.
5. Краткие выводы по каждому из вопросов.
6. Заключение.
7. Рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Бюджет времени студента определяется временем, отведенным на занятия по расписанию и на самостоятельную работу. Задание и материал для самостоятельной работы дается во время учебных занятий, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой.

Для выполнения объема самостоятельной работы необходимо заниматься в среднем 4 часа (академических) ежедневно, т.е. по 24 часа в неделю. На самостоятельную работу по каждой дисциплине по математике следует расходовать по 3-4 часа в неделю.

Начинать самостоятельные занятия следует с первых же дней семестра, установив определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Полезно для этого составить расписание порядка дня.

Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер темы	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
---------------	--	-----------------	-----------------

1	O -символика.	8	Работа с литературой. Решение задач.
2	Теорема Морера, аналитичность интегралов, зависящих от параметра.	8	
3	Функциональное уравнение для дзета-функции.	8	
4	Теорема обращения для рядов Дирихле.	8	

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

Письменные работы, самостоятельно выполняемые обучающимися (курсовая работа / курсовой проект, реферат, доклад и т.п.) учебным планом и рабочей программой при освоении дисциплины, не предусмотрены.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Понятие об асимптотическом законе распределения простых чисел.	Лекция-визуализация, лекция-беседа, проблемная лекция	Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии	Не предусмотрено
Тема 2. Целые функции конечного порядка.	Лекция-визуализация, лекция-беседа, проблемная лекция	Фронтальный опрос, технология дифференцированного обучения, выполнение практических заданий, работа в малых группах	Не предусмотрено
Тема 3. Дзета-функция Римана.	Перевернутый урок, технология «Кластер», Mind map — техника визуализации мышления	Фронтальный опрос, технология дифференцированного обучения, выполнение практических заданий, работа в малых группах	Не предусмотрено
Тема 4. Асимптотический закон распределения простых чисел.	Лекция – визуализация, лекция-беседа, проблемная лекция	Фронтальный опрос, технология дифференцированного обучения, выполнение практических заданий, работа в малых группах	Не предусмотрено

6.2. Информационные технологии

использование возможностей интернета в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.);

использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;

использование возможностей электронной почты преподавателя;

использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);

использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);

использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Цифровое обучение») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров]

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

6.3.1. Программное обеспечение

Перечень программного обеспечения на 2024–2025 учебный год

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем
Цифровой образовательный ресурс IPRsmart: - ЭОР № 1 – программа для ЭВМ «Автоматизированная система управления цифровой библиотекой IPR - ЭОР № 2 – электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов « РУССКИЙ КАК ИНОС www.iprbookshop.ru Электронно-библиотечная система BOOK.ru

https://book.ru
Образовательная платформа ЮРАЙТ, https://urait.ru/
Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации и «Электронный Читальный зал – БиблиоТех» https://biblio.asu.edu.ru <i>Учётная запись образовательного портала АГУ</i>
Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотекой доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на правах собственности с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий. www.studentlibrary.ru <i>Регистрация с компьютеров АГУ</i>

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

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Комплексный анализ» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

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

№ п/п	Контролируемая тема дисциплины	Код контролируемых компетенций	Наименование оценочного средства
1	Понятие об асимптотическом законе распределения простых чисел	УК-1, ПК-1	Коллоквиум №1, зачет
2	Целые функции конечного порядка	УК-1, ПК-1	Коллоквиум №1, зачет
3	Дзета-функция Римана	УК-1, ПК-1	Коллоквиум №2, зачет
4	Асимптотический закон распределения простых чисел	УК-1, ПК-1	Коллоквиум №2, зачет

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

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность

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

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

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

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

Вопросы коллоквиума 1.

Тема 1. Понятие об асимптотическом законе распределения простых чисел

1. Бесконечность множества простых чисел. Неравномерность распределения простых чисел.
2. Результаты П.Л. Чебышёва. O -символика.
3. Результаты Римана, Адамара, Валле-Пуссена. Схема доказательства асимптотического закона.
4. Интегральное преобразование Абеля. Связь между функцией П.Л. Чебышёва и распределением простых.

Тема 2. Целые функции конечного порядка.

1. Перемножение рядов,

2. Бесконечные произведения,
3. Равенство повторных интегралов,
4. Теорема Морера, аналитичность интегралов, зависящих от параметра.
5. Эйлеров интеграл второго рода. Гамма-функция Эйлера.
6. Целые функции конечного порядка. Разложение в бесконечное произведение по нулям.

Вопросы коллоквиума 2.

Тема 3. Дзета-функция Римана

1. Аналитическое продолжение дзета-функции в правую полуплоскость.
2. Функциональное уравнение для тета-функции.
3. Функциональное уравнение для дзета-функции.
4. Кси-функция как целая функция первого порядка.
5. Нетривиальные нули дзета-функции.

Тема 4. Линейные операторы.

1. Граница Валле-Пуссена для нетривиальных нулей дзета-функции.
2. Теорема обращения для рядов Дирихле.
3. Доказательство асимптотического закона.
4. Гипотеза Римана и следствия из нее.
5. Связь между оценкой остатка в асимптотическом законе и расположением нулей дзета-функции.

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач ПК-1: Способность осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности				
1.	Задание закрытого типа	Найти модуль и аргумент числа $-3 + i\sqrt{3}$. 1) $-6, \pi$ 2) $2\sqrt{3}, \frac{5\pi}{6}$ 3) $3\sqrt{3}, \frac{\pi}{12}$	2	5
2.	Задание открытого типа	Справедливо ли равенство $\ln z + \ln z = 2\ln z$?	Нет, не справедливо. $\ln z$ - это бесконечное числовое множество и поэтому левая сторона - это множество, каждое число которого есть сумма произвольного числа из первого слагаемого и произвольного (вообще говоря, другого) числа из второго. А правая сторона равенства	20

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			получается сложением равных чисел.	

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
3.	Задание закрытого типа	Определить, какая линия задана: $z = a (\cos t + i \sin t), \frac{\pi}{2} \leq t \leq \frac{3\pi}{2}, a > 0.$ 1) Прямая, проходящая через точку a. 2) Окружность радиуса a с центром в точке t. 3) Левая полуокружность с центром в нуле радиуса a.	3	10
4.		Исследовать поведение ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{z^n}{n}$ на границе круга сходимости. 1) Всюду на границе сходится. 2) Всюду расходится. 3) Сходится в точке $z = -1$, в остальных расходится. 4) Расходится в точке $z = 1$, в остальных сходится.	4	15
5.	Задание открытого	Функция $\sin \frac{1}{1-z}$ имеет бесконечную	Противоречия нет, ибо эта последовательность	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
	типа	последовательность нулей, сходящаяся к точке $z = 1$, но тем не менее эта функция отлична от постоянной 0. Нет ли здесь противоречия с теоремой единственности?	нулей $z_n = 1 - \frac{1}{\pi n}$ имеет предел 1, лежащий вне области аналитичности функции. Условия теоремы единственности не выполнены.	
6.		Выражение a^b определяется как $\exp(b \operatorname{Ln} a)$, а так как $\operatorname{Ln} a$ имеет бесконечно много значений, то и a^b имеет бесконечно много значений. Какие значения, кроме $z \cdot z$, имеет выражение z^2 ?	Других значений нет. Действительно, $\operatorname{Ln} z$ - это множество чисел, отличающихся друг от друга на $2\pi i$. $2 \operatorname{Ln} z$ - это множество чисел, отличающихся на $4\pi i$. А это один из периодов экспоненты. Поэтому z^2 имеет одно значение, впрочем, как и любая степень с целым показателем.	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
7.	Задание закрытого типа	Определить радиус сходимости ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{z^n}{n}$. 1) 1; 2) 0; 3) ∞ .	1	10
8.		Определить, какая линия задана: $z = a (\cos t + i \sin t)$, $\frac{\pi}{2} \leq t \leq \frac{3\pi}{2}$, $a > 0$. 1) Прямая, проходящая через точку a . 2) Окружность радиуса a с центром в точке t . 3) Левая полуокружность с центром в нуле радиуса a .	3	10
9.	Задание открытого типа	Комплексные $\sin z$ и $\cos z$ неограниченные функции. Не противоречит ли это тождеству $\cos^2 z + \sin^2 z = 1$?	Противоречие не возникает. Слагаемые в левой стороне - это комплексные числа s , быть может, большими модулями. Они изображаются	10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			векторами большой длины. Эти вектора складываются по правилу параллелограмма. При этом диагональ его имеет длину 1.	

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
10.	Задание закрытого типа	Найти множество точек на комплексной z -плоскости, удовлетворяющих условию $ z+1-i =1$. 1) Горизонтальная прямая, проходящая через точку $1-i$ 2) Круг радиуса 1 с центром в точке $-1+i$ 3) Окружность радиуса 1 с центром в точке $-1+i$	3	3
11.		Записать число $-1 - i\sqrt{3}$ в показательной форме. 1) $2 \exp(-\frac{i\pi}{3})$ 2) $-2 \exp i$ 3) $\sqrt{2} \exp(-\frac{i3\pi}{4})$	1	10
12.	Задание открытого типа	Найти радиус сходимости ряда Тейлора по степеням $z - 2$ функции $\frac{1}{z}$.	Эта функция аналитична в точке $z=2$, а ближайшей особой точкой является точка $z=0$. Расстояние между этими точками равно 2. Поэтому $R=2$.	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
13.		Существует ли логарифм числа нуль и логарифм отрицательного числа? Сколько значений он имеет?	Логарифм числа w - это множество решений уравнения $\exp z = w$. Комплексная экспонента принимает все комплексные значения, кроме нуля. Поэтому логарифм нуля не существует, а логарифм отрицательного числа, как и любого ненулевого комплексного числа, существует. Так как экспонента - это периодическая функция, то логарифм имеет бесконечно много значений.	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
14.	Задание закрытого типа	Вычислить интеграл $\int_C \bar{z} dz$ по отрезку C прямой, соединяющей точки 0 и $z = 3 + 2i$. 1) $6i$, 2) $\frac{13}{2}$, 3) 0 .	2	15
15.		Найти изолированные особые точки функции $\frac{1}{z^2 + 4}$ и выяснить их характер 1) Существенно особые точки 0 и 1 . 2) Устранимые особые точки $z_1 = 2i, z_2 = -2i$ 3) Простые полюсы $z_1 = 2i, z_2 = -2i$	3	15
16.	Задание открытого типа	Определить все нули функции $z \sin z$, и определить их порядки.	Множитель z имеет единственный простой нуль в начале координат. Множитель $\sin z$ имеет простые нули в точках πk . При	10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			$k = 0$ нули множителей совпадают и получается нуль порядка 2. Итак, нули функции - это точки πk . При $k = 0$ имеем нуль порядка 2, остальные нули простые.	

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

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

Оценка результата освоения дисциплины производится на основе результатов выполнения трёх контрольных работ и ответов на двух коллоквиумах.

Количество баллов, которые можно заработать за успешное выполнение одной контрольной работы равно 10.

Максимальное количество баллов за успешный ответ на коллоквиуме равно 25.

На итоговом экзамене можно получить 50 баллов.

Если суммарное количество баллов равно или превышает 100, то выставляется оценка “отлично” (100 баллов).

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
70- 89	4 (хорошо)
60-69	3 (удовлетворительно)
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

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

8.1. Основная литература

а) Основная литература:

1. Карацуба А.А. Основы аналитической теории чисел. - 2-е изд. - М. Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1983. - 240 с.

2. Дэвенпорт Г., Мультипликативная теория чисел. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука", 1971. - 200 с.
3. Сикорская Г.А. Алгебра и теория чисел. Оренбургский ГУ, 2017. URL: http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch_kit/x2017-071/-esf2k2z11-year-dec-page-4.html (ЭБС ООО «Политехресурс» «Консультант студента»)

8.2. Дополнительная литература

1. Чандрасекхаран К., Арифметические функции. Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука", 1975. - 272 с.
2. Чандрасекхаран К., Введение в аналитическую теорию чисел. Издательство "Мир", 1974.-188 с.
3. Титчмарш Е.К., Теория дзета-функции Римана. Изд-во иностранной литературы, 1953 г.- 408 с.

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для освоения дисциплины необходима аудитория с хорошей доской.

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