

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**



**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор департамента образования**

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основы функционального анализа**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8	часов
2	Контроль самостоятельной работы	4	4	часов
3	Всего контактной работы	12	12	часов
4	Самостоятельная работа	87	87	часов
5	Всего (без экзамена)	99	99	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
			3.0	З.Е.

Контрольные работы: 3 семестр - 2

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТЭО «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

ст. преподаватель каф. ТЭО \_\_\_\_\_ П. С. Мещеряков

Заведующий обеспечивающей каф.  
ТЭО

\_\_\_\_\_ В. В. Кручинин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО \_\_\_\_\_ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф.  
ТОР

\_\_\_\_\_ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры технологий  
электронного обучения (ТЭО)

\_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова

Доцент кафедры  
телекоммуникаций и основ  
радиотехники (ТОР)

\_\_\_\_\_ С. И. Богомолов

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение основных математических понятий, их взаимосвязи и развития, а также отвечающих им методов расчёта, используемых для анализа, моделирования и решения прикладных задач с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

### 1.2. Задачи дисциплины

- Развитие алгоритмического и логического мышления.
- Овладение методами исследования и решения математических задач.
- Выработка умения проводить математический анализ стандартных задач профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
- Выработка умения обосновывать принимаемые проектные решения.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы функционального анализа» (Б1.Б.5.3) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Математический анализ.

Последующими дисциплинами являются: Программно-аппаратные средства систем связи, Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа, Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа, Радиотехнические системы мониторинга, Радиотехнические системы передачи данных, Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства, Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром, Электромагнитные поля и волны, Электропитание устройств и систем телекоммуникаций.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** Основные понятия и методы теорий функций комплексного переменного, рядов, вычетов и интегральных преобразований, использующиеся при изучении специальных дисциплин, при решении профессиональных задач с применением информационно-коммуникационных технологий и при обосновании принимаемых проектных решений.
- **уметь** Применять математические методы и вычислительные алгоритмы при решении профессиональных задач на основе информационной и библиографической культуры с учетом информационной безопасности и при выполнении экспериментов по проверке корректности и эффективности проектных решений.
- **владеть** методами анализа и алгоритмизации математических задач, используемых при решении профессиональных задач с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности и необходимых в дальнейшем при обосновании принимаемых проектных решений и проверке их корректности и эффективности.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Контактная работа (всего)	12	12
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4

Самостоятельная работа (всего)	87	87
Подготовка к контрольным работам	13	13
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	74	74
Всего (без экзамена)	99	99
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	СРП, ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Основные понятия комплексного анализа	1	4	10	11	ОК-7
2 Интегральное представление аналитических функций	1		10	11	ОК-7
3 Представление функций рядами	1		13	14	ОК-7
4 Особые точки. Вычеты и их приложения	1		11	12	ОК-7
5 Интегралы, зависящие от параметра Г- и В-функции. Функции Бесселя	1		11	12	ОК-7
6 Ряды Фурье	1		12	13	ОК-7
7 Интеграл Фурье. Преобразование Фурье	1		12	13	ОК-7
8 Преобразование Лапласа	1		8	9	ОК-7
Итого за семестр	8	4	87	99	
Итого	8	4	87	99	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Основные понятия комплексного анализа	Комплексные числа и действия над ними. Последовательности комплексных чисел. Понятие бесконечности. Функции комплексного переменного. Предел.	1	ОК-7

	Непрерывность. Дифференцируемые функции комплексного переменного. Понятие аналитической функции		
	Итого	1	
2 Интегральное представление аналитических функций	Интеграл от функции комплексного переменного. Интеграл от аналитических функций. Интегральная формула Коши. Производные высших порядков от аналитической функции.	1	ОК-7
	Итого	1	
3 Представление функций рядами	Числовые ряды. Функциональные ряды. Степенные ряды. Ряды Тейлора. Нули аналитической функции. Теорема естественности. Приложение степенных рядов. Ряды Лорана.	1	ОК-7
	Итого	1	
4 Особые точки. Вычеты и их приложения	Изолированные особые точки. Вычеты. Приложение вычетов к вычислению интегралов.	1	ОК-7
	Итого	1	
5 Интегралы, зависящие от параметра Г- и В-функции. Функции Бесселя	Свойства функций, заданных собственными интегралами, зависящими от параметра. Несобственные интегралы 1-го и 2-го рода, зависящие от параметра. Эйлеровы интегралы. Функции Бесселя.	1	ОК-7
	Итого	1	
6 Ряды Фурье	Ортогональные системы функций. Ряды Фурье по произвольной системе ортогональных функций. Тригонометрический ряд Фурье.	1	ОК-7
	Итого	1	
7 Интеграл Фурье. Преобразование Фурье	Понятие интеграла Фурье. Комплексная форма записи интеграла Фурье. Достаточные условия представимости функции интегралом Фурье. Действительные формы записи интеграла Фурье. Интеграл Фурье для чётных и нечётных функций. Преобразование Фурье. Косинус-преобразование и синус-преобразование Фурье	1	ОК-7
	Итого	1	
8 Преобразование Лапласа	Понятие оригинала и его изображения. Теорема обращения. Свойства преобразования Лапласа. Теорема разложения. Некоторые приложения операционного исчисления.	1	ОК-7
	Итого	1	

Итого за семестр		8	
------------------	--	---	--

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Линейная алгебра и аналитическая геометрия	+				+	+		
2 Математический анализ	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1 Программно-аппаратные средства систем связи	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Радиотехнические системы мониторинга	+	+	+	+	+	+	+	+
5 Радиотехнические системы передачи данных	+	+	+	+	+	+	+	+
6 Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства	+		+	+	+	+	+	+
7 Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром	+	+	+	+	+	+	+	+
8 Электромагнитные поля и волны	+	+	+	+	+	+	+	+
9 Электропитание устройств и систем телекоммуникаций	+	+	+	+	+	+	+	+

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	СРП	КСР	Сам. раб.	
ОК-7	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Тест

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

## 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
3 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОК-7
2	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОК-7
Итого		4	

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Основные понятия комплексного анализа	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	9	ОК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	10		
2 Интегральное представление аналитических функций	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ОК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Итого	10		
3 Представление функций рядами	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	11	ОК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	13		
4 Особые точки. Вычеты и их приложения	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	9	ОК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к	2		

	контрольным работам			
	Итого	11		
5 Интегралы, зависящие от параметра Г- и В-функции. Функции Бесселя	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	9	ОК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	11		
6 Ряды Фурье	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ОК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	12		
7 Интеграл Фурье. Преобразование Фурье	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ОК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	12		
8 Преобразование Лапласа	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ОК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	8		
	Выполнение контрольной работы	4	ОК-7	Контрольная работа
Итого за семестр		87		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		96		

**10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)**  
Не предусмотрено РУП.

**11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**  
Рейтинговая система не используется.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Высшая математика III. Функции комплексного переменного. Ряды. Интегральные преобразования [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.И.Магазинников, А. Л.Магазинников. — Томск ТУСУР, 2002. — 206 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа:



<https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 16.08.2018).

## **12.2. Дополнительная литература**

1. Петрушко, И.М. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.М. Петрушко, А.Г. Елисеев, В.И. Качалов, С.Ф. Кудин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург Лань, 2010. — 368 с. — Доступ из личного кабинета студента - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/526> (дата обращения: 16.08.2018).

## **12.3. Учебно-методические пособия**

### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Артёмов И.Л. Теория функции комплексного переменного [Электронный ресурс]: Учебное методическое пособие. — Томск Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. — 108 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 16.08.2018).

2. Магазинников Л.И.. Теория функции комплексного переменного : электронный курс / Л.И. Магазинников. – Томск ТУСУР, ФДО, 2018. Доступ из личного кабинета студента.

### **12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

#### **Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

#### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

## **12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам:

2. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

3. zbMATH – математическая база данных, охватывающая материалы с конца 19 века. zbMath содержит около 4 000 000 документов, из более 3 000 журналов и 170 000 книг по математике, статистике, информатике, а также машиностроению, физике, естественным наукам и др. [zbmath.org](http://zbmath.org)

4. ЭБС «Лань»: [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com) (доступ из личного кабинета студента по ссылке <http://lanbook.fdo.tusur.ru>).

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);

- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
  - Комплект специализированной учебной мебели;
  - Рабочее место преподавателя.
- Программное обеспечение:
- 7-zip
  - Google Chrome (с возможностью удаленного доступа)
  - Maxima (с возможностью удаленного доступа)
  - Microsoft Windows (с возможностью удаленного доступа)
  - OpenOffice

### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

## **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной

компетенций используются оценочные материалы в составе:

### 14.1.1. Тестовые задания

1. Найдите  $z$ , если  $z = \frac{z_2}{z_1}$ ,  $|z_1| = 2$ ,  $\arg z_1 = -\frac{\pi}{3}$ ,  $|z_2| = 6$ ,  $\arg z_2 = \frac{2\pi}{3}$ .
 

$-3$
$2i$
$0$
$\frac{\sqrt{3}}{3}i$

---

2. Дана функция  $f(z) = z^3$ . Найдите  $f'(i)$ .
 

$-i$
$3$
$-3$
$i$
3. Дана функция  $f(t) = 5e^{2it}$ . Найдите  $|f(t)|$ .
 

$2$
$5$
$10$
$2i$

---

4. Пусть функция представлена своим разложением в ряд
 
$$\cos \frac{3}{z} = 1 - \frac{9}{2!z^2} + \frac{81}{4!z^4} - \dots + (-1)^n \frac{3^{2n}}{(2n)!z^{2n}} + \dots$$
 Укажите, чему равен коэффициент  $a_{-1}$ .
 

$1$
$-1$
$0$
$-\frac{9}{4}$

---

5. Среди приведенных рядов укажите числовой ряд
 

$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n+1}$
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!}$
$\sum_{k=-\infty}^{+\infty} \frac{ie^{2in\pi x}}{\pi(2n-1)}$

---

- 6.

Среди приведенных рядов укажите степенной ряд

$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x+2)^2}{2^n}$
$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x+2)^n}{2^n}$
$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(n+2)^x}{2^n}$
$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2^n}$

7.

Среди приведённых рядов укажите ряд Тейлора для некоторой функции  $f(x)$ .

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x}{n^2}$$

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}$$

$$f(x) = x^2 + x + \frac{1}{2} + \frac{1}{3!x} + \frac{1}{3!x^2} + \dots + \frac{1}{n!x^{n-2}} + \dots$$

$$f(x) = \frac{4}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin[(2n+1)\pi x]}{(2n+1)^2}$$

8.

Среди приведённых рядов укажите ряд Фурье для некоторой функции  $f(x)$ .

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x}{n^2}$$

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}$$

$$f(x) = x^2 + x + \frac{1}{2} + \frac{1}{3!x} + \frac{1}{3!x^2} + \dots + \frac{1}{n!x^{n-2}} + \dots$$

$$f(x) = \frac{4}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin[(2n+1)\pi x]}{(2n+1)^2}$$

9.

Разложение функции  $f(x) = \sin x$  в ряд Тейлора имеет вид:

$$x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} + \dots$$

$$x - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \dots + (-1)^n \frac{x^{2n}}{(2n)!} + \dots$$

$$1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + \dots$$

$$x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \dots + \frac{(-1)^{n+1}x^n}{n} + \dots$$

10.

Числовой ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n} \dots$

Сходится абсолютно

Сходится условно

Расходится

Нет верного ответа

11.

Числовой ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \dots$

Сходится абсолютно

Сходится условно

Расходится

Нет верного ответа

12.

Определите кратность нуля  $z_0 = 2$  функции  $f(z) = \sin(z - 2)$ .

0
1
2
3

13.

Укажите особые точки и их характер для функции

$$f(z) = \frac{3}{(z-4)^3(z+2)}.$$

$z_1 = 4, z_2 = -2$ —простые полюсы
$z_1 = 4$ —полюс кратности 3, $z_2 = -2$ —простой полюс
$z_1 = 4, z_2 = -2$ —полюсы кратности 3
нет особых точек

14.

Найдите оригинал для изображения  $F(p) = \frac{3}{p+2} + \frac{8}{p-2}$ .

$\frac{3}{t+2} + \frac{8}{t-2}$
---------------------------------

$3(t+2) + 8(t-2)$
-------------------

$3e^{-2t} + 8e^{2t}$
----------------------

Оригинал для данного изображения не существует
--

15.

Найдите оригинал для изображения  $F(p) = \frac{2}{p^2+4} + \frac{4p}{p^2+3}$ .

$f(t) = 2 \sin t + \frac{4}{3} \cos 3t$
---

$f(t) = \sin 2t + \cos 3t$
----------------------------

$f(t) = 2e^{2t} + 4e^{-3t}$
-----------------------------

$f(t) = e^t \sin 2t + \frac{4}{3} e^{3t} \sin 3t$
---

16.

Найдите оригинал для изображения  $F(p) = \frac{1}{p} + \frac{2}{p^2}$ .

$f(t) = 1 + 2t$
-----------------

$f(t) = e^t + e^{2t}$
-----------------------

$f(t) = 3 + 5t^2$
-------------------

$f(t) = 3e^{-t} + 2e^{4t}$
----------------------------

17.

Охарактеризовать точку  $z = 3$  для функции

$$f(z) = \frac{e^z}{(z-3)^2}.$$

Устранимая особая точка
-------------------------

Полюс второго порядка
-----------------------

Существенно особая точка
--------------------------

Правильная точка
------------------

18.

Найти  $\text{Res} \left[ f(z) = \frac{\cos(z-1)}{z-1}; z = 1 \right]$ .

1
0
3
$\infty$

19.

Охарактеризовать точку  $z = 2i$  для функции

$$f(z) = \frac{\cos 2z}{z^2 + 4}.$$

Устранимая особая точка
Существенно особая точка
Простой полюс
Правильная точка

20.

Найти  $\text{Res} \left[ f(z) = \frac{\sin z}{z^2}; z = i \right]$ .

0
2
$\frac{1}{2} \sin 4$
$-\sin i$

### 14.1.2. Экзаменационные тесты

1.

Если общий член ряда стремится к нулю, то, по виду сходимости, ряд можно отнести к:

- a. Этого условия недостаточно для выяснения сходимости
- b. Сходящимся абсолютно
- c. Сходящимся условно
- d. Расходящимся

2.

Степенной ряд, при фиксировании значения аргумента, становится:

- a. Числовым рядом
- b. Числом
- c. Числовой последовательностью
- d. Такую операцию нельзя выполнять с данным видом рядов.

3.

Исследовать на сходимость ряд действительных чисел, используя радикальный признак Коши.

Общий член ряда  $(2 + 1/n^2)^n$ ,  $n$  изменяется от 1 до  $\infty$ .

сходится

расходится

сходится условно

данный признак не позволяет установить сходимость

4.

Найти радиус сходимости степенного ряда с общим членом  $(z/8i)^n$ , где  $n$  изменяется от 0 до бесконечности.

4

8

16

бесконечность

5.

Исследовать на сходимость ряд действительных чисел, используя признак Даламбера. Общий член ряда  $((n!)^2)/(5^n n^2)$ ,  $n$  изменяется от 1 до  $\infty$

сходится

расходится

сходится условно

данный признак не позволяет установить сходимость

6.

Исследовать на сходимость знакочередующийся ряд действительных чисел. Общий член ряда  $((-1)^n)/n^2$ ,  $n$  изменяется от 1 до  $\infty$ .

сходится абсолютно

расходится

сходится условно

данный признак не позволяет установить сходимость

7.

Найти два первых члена, отличных от нуля, разложения в ряд Маклорена функции  $15 \cdot \sin(2x)$

$30x - 20x^3$

$3x^2 - 5x^5$

$30 - 20x^2$

$3x + 5x^3$

8.

Среди приведенных рядов укажите числовой

$$\frac{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}}{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n+1}}$$
$$\frac{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!}}{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{ie^{2i\pi nx}}{\pi(2n-1)}}$$

9.

Среди приведенных рядов укажите степенной

$$\frac{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}}{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n+1}}$$
$$\frac{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!}}{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{ie^{2i\pi nx}}{\pi(2n-1)}}$$

10.

Произведение комплексно сопряженных чисел является:

- a. Чисто действительным числом
- b. Чисто комплексным числом
- c. Имеет и действительную и мнимую часть отличные от нуля
- d. Операция умножения для таких чисел не определена.

11.



Найдите  $z$ , если  $z = \frac{z_2}{z_1}$ ,  $|z_1| = 2$ ,  $\arg z_1 = -\frac{\pi}{3}$ ,  $|z_2| = 6$ ,  $\arg z_2 = \frac{2\pi}{3}$ .

-3

2i

0

$\frac{i\sqrt{3}}{3}$

12.

Найти квадрат модуля комплексного числа  $z=1+6i$

6.083

1.406

5.042

1.604

13.

Вычислить значение функции  $w(z)=\cos(z)$  в точке  $z_0 = i * \ln(2 + \sqrt{3})$

4

2

1

3

14.

Найти действительную часть функции комплексного переменного  $f(z)=\cos(2z)$

$\cos(2x)*\text{ch}(2y)$

$\cos(2x)*\text{sh}(2y)$

$\sin(2x)*\text{sh}(2y)$

$\sin(2x)*\text{ch}(2y)$

15.

Найти значение производной от функции в заданной точке:  $f(z) = \frac{(z^3+1)}{z^2}$ ,  $z_0=i/2$

3-4i

5+17i

1-16i

4+3i

16.

Найти главное значение аргумента комплексного числа  $z=1+6i$

6.083

1.406

5.042

1.604

17.

По заданному значению  $\text{Ln}(z)$  найти  $z$ .  $\text{Ln}(z)=\ln 5 + i*(-\text{arctg}(3/4)+2*\pi*m$

2-3i

4-3i

2+3i

1+2i

18.

Найти мнимую часть функции комплексного переменного  $f(z)=\cos(2z)$

$-\cos(2x)*\text{ch}(2y)$

$\cos(2x)*\text{sh}(2y)$

$-\sin(2x)*\text{sh}(2y)$

$$\sin(2x) \cdot \operatorname{ch}(2y)$$

19.

Охарактеризовать точку  $z=0$  для функции  $\sin(z)/z^2$

простой полюс

полюс кратности два

полюс кратности три

устраняемая особая точка

20.

Найти мнимую часть комплексно сопряженного числа  $z=1+6i$

6

1

-6

-1

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Основы функционального анализа:

1.

Степенной ряд, при фиксировании значения аргумента, становится:

a. Числовым рядом

b. Числом

c. Числовой последовательностью

d. Такую операцию нельзя выполнять с данным видом рядов.

2.

Исследовать на сходимость ряд действительных чисел, используя радикальный признак

Коши. Общий член ряда  $(2+1/n^2)^n$ ,  $n$  изменяется от 1 до  $\infty$ .

сходится

расходится

сходится условно

данный признак не позволяет установить сходимость

3.

Найти два первых члена, отличных от нуля, разложения в ряд Маклорена функции  $15 \cdot \sin(2x)$

$30x - 20x^3$

$3x^2 - 5x^5$

$30 - 20x^2$

$3x + 5x^3$

4.

Среди приведенных рядов укажите числовой

$$\frac{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}}{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n+1}}$$
$$\frac{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!}}{\sum_{n=1}^{\infty} \frac{ie^{2i\pi nx}}{\pi(2n-1)}}$$

5.

Произведение комплексно сопряженных чисел является:

- a. Чисто действительным числом
- b. Чисто комплексным числом
- c. Имеет и действительную и мнимую часть отличные от нуля
- d. Операция умножения для таких чисел не определена.

6.

Найдите  $z$ , если  $z = \frac{z_2}{z_1}$ ,  $|z_1| = 2$ ,  $\arg z_1 = -\frac{\pi}{3}$ ,  $|z_2| = 6$ ,  $\arg z_2 = \frac{2\pi}{3}$ .

-3

2i

0

$\frac{i\sqrt{3}}{3}$

7.

Найти квадрат модуля комплексного числа  $z=1+6i$

6.083

1.406

5.042

1.604

8.

Найти действительную часть функции комплексного переменного  $f(z)=\cos(2z)$

$\cos(2x)*\text{ch}(2y)$

$\cos(2x)*\text{sh}(2y)$

$\sin(2x)*\text{sh}(2y)$

$\sin(2x)*\text{ch}(2y)$

9.

Найти мнимую часть функции комплексного переменного  $f(z)=\cos(2z)$

$-\cos(2x)*\text{ch}(2y)$

$\cos(2x)*\text{sh}(2y)$

$-\sin(2x)*\text{sh}(2y)$

$\sin(2x)*\text{ch}(2y)$

10.

Охарактеризовать точку  $z=0$  для функции  $\sin(z)/z^2$   
простой полюс  
полюс кратности два  
полюс кратности три  
устраняемая особая точка

#### **14.1.4. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

#### **14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

### 14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

#### Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

#### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.