

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: **Оптические системы и сети связи**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**

Курс: **2**

Семестр: **3, 4**

Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	4	4	8	часов
2	Практические занятия	2	8	10	часов
3	Всего аудиторных занятий	6	12	18	часов
4	Самостоятельная работа	30	51	81	часов
5	Всего (без экзамена)	36	63	99	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	0	9	9	часов
7	Общая трудоемкость	36	72	108	часов
				3.0	З.Е.

Контрольные работы: 4 семестр - 2

Экзамен: 4 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 математики « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

доцент каф. математики \_\_\_\_\_ М. М. Никольская

Заведующий обеспечивающей каф.  
математики

\_\_\_\_\_ А. Л. Магазинникова

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ЗиВФ \_\_\_\_\_ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф.  
СВЧиКР

\_\_\_\_\_ С. Н. Шарангович

Эксперты:

профессор кафедры математики \_\_\_\_\_ А. А. Ельцов

Доцент кафедры  
сверхвысокочастотной и квантовой  
радиотехники (СВЧиКР)

\_\_\_\_\_ А. Ю. Попков

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение основных понятий и методов решения задач функционального анализа.

Формирование навыков самоорганизации и самообразования для изучения вопросов, касающихся функционального анализа.

### 1.2. Задачи дисциплины

- Овладение методами функционального анализа для исследования и решения задач, соответствующим математическим аппаратом;
- Развитие логического и алгоритмического мышления студентов, выработка у студентов способности к самоорганизации и самообразованию. .
- Выработка у студентов умения работать с математической литературой.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы функционального анализа» (Б1.Б.7) относится к блоку 1 (базовая часть).

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

Последующими дисциплинами являются: Дискретная математика, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Методы математической физики, Преддипломная практика, Теория вероятностей и математическая статистика, Физика, Цифровая обработка сигналов, Электроника.

## 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 функционального анализа, соответствующий математический аппарат; приёмы самоорганизации и самообразования, необходимые для изучения вопросов, касающихся функционального анализа.

- **уметь** применять методы принятые в функциональном анализе для решения типовых задач, для освоения других дисциплин, предусмотренных учебным планом; использовать навыки самоорганизации и самообразования для изучения вопросов, касающихся функционального анализа.

- **владеть** основными методами решения задач функционального анализа и соответствующим математическим аппаратом, навыками самоорганизации и самообразования для изучения вопросов, касающихся функционального анализа.

## 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	4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	18	6	12
Лекции	8	4	4
Практические занятия	10	2	8
Самостоятельная работа (всего)	81	30	51
Подготовка к контрольным работам	10	10	0
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	51	20	31
Выполнение контрольных работ	20	0	20

Всего (без экзамена)	99	36	63
Подготовка и сдача экзамена	9	0	9
Общая трудоемкость, ч	108	36	72
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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Несобственный интеграл. Интегральные преобразования. Преобразования Фурье, Лапласа.	4	2	30	36	ОК-7
Итого за семестр	4	2	30	36	
4 семестр					
2 Дифференциальные уравнения.	1	3	20	24	ОК-7
3 Метрические и линейные нормированные пространства.	1	0	11	12	ОК-7
4 Комплексные числовые и функциональные ряды. Ряды Фурье, Тейлора, Лорана.	2	5	20	27	ОК-7
Итого за семестр	4	8	51	63	
Итого	8	10	81	99	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Несобственный интеграл. Интегральные преобразования. Преобразования Фурье, Лапласа.	Несобственные интегралы I и II рода. Понятие об интегральном преобразовании, как об операторе (в том числе и линейном) из соответствующего пространства функций. Преобразование Фурье (интегральный оператор из линейного пространства абсолютно интегрируемых функций). Спектральный анализ. Преобразование Лапласа (интегральный оператор из линейного	4	ОК-7

	пространства оригиналов). Оригинал и изображение, их свойства. Приложения операционного исчисления.		
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
4 семестр			
2 Дифференциальные уравнения.	Дифференциальные уравнения первого порядка: основные понятия и задачи. Методы решения уравнений: с разделяющимися переменными, линейных. Дифференциальные уравнения высших порядков: основные понятия и задачи. Линейный дифференциальный оператор. Линейные дифференциальные уравнения порядка $n$ . Системы линейных дифференциальных уравнений. Решение линейных дифференциальных уравнений и систем линейных дифференциальных уравнений операторным методом.	1	ОК-7
	Итого	1	
3 Метрические и линейные нормированные пространства.	Понятие метрического пространства. Примеры конкретных пространств с конкретной метрикой: линейное пространство непрерывных функций, линейное пространство абсолютно интегрируемых и линейное пространство интегрируемых с квадратом функций. Различные типы сходимости (равномерная, в среднем, в среднеквадратичном). Полные метрические пространства. Линейные нормированные пространства. Примеры. Пространства со скалярным произведением (предгильбертово и гильбертово пространства). Ортогональные системы функций.	1	ОК-7
	Итого	1	
4 Комплексные числовые и функциональные ряды. Ряды Фурье, Тейлора, Лорана.	Пространства абсолютно сходящихся и сходящихся с квадратом последовательностей. Комплексные числовые ряды. Сходимость и сумма ряда. Абсолютная и условная сходимости числового ряда. Комплексные функциональные ряды, область сходимости. Равномерная сходимость функционального ряда. Базисы в пространствах аналитических в круге и в кольце функций. Степенной ряд, его область сходимости. Разложение по базису из степенных функций. Ряд Тейлора. Разложение функции в ряд Тейлора. Нули функции. Обобщённые степенные ряды. Ряд Лорана. Разложение функции в ряд Лорана. Особые точки функции и их классификация. Вычеты функции и их нахождение для особых точек всех видов. Основная теорема о вычетах. Приложение вычетов к вычислению интегралов функций комплексной переменной. Ряд Фурье по ортогональной системе функций. Сходимость в среднем. Экстремальное свойство многочленов	2	ОК-7

	Фурье. Замкнутые ортонормированные системы. Тригонометрический ряд Фурье. Разложение функции в ряд Фурье. Различные формы записи ряда Фурье. Спектральный анализ.		
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		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
Предшествующие дисциплины				
1 Линейная алгебра и аналитическая геометрия	+	+	+	+
2 Математический анализ	+	+	+	+
Последующие дисциплины				
1 Дискретная математика			+	+
2 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+		+
3 Методы математической физики		+	+	
4 Преддипломная практика	+	+		+
5 Теория вероятностей и математическая статистика	+			+
6 Физика	+			
7 Цифровая обработка сигналов	+	+	+	+
8 Электроника	+	+		+

### 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
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОК-7	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Тест

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Несобственный интеграл. Интегральные преобразования. Преобразования Фурье, Лапласа.	Преобразование Фурье, интеграл Фурье, синус и косинус преобразования Фурье.	1	ОК-7
	Преобразование Лапласа.	1	
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
4 семестр			
2 Дифференциальные уравнения.	Уравнения первого порядка. Уравнения с разделяющимися переменными. Линейные уравнения первого порядка.	2	ОК-7
	Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения с правой частью специального вида.	1	
	Итого	3	
4 Комплексные числовые и функциональные ряды. Ряды Фурье, Тейлора, Лорана.	Числовые ряды	2	ОК-7
	Степенные ряды. Ряды Тейлора и Лорана. Нули аналитических функций. Особые точки. Вычеты. Вычисление интегралов с помощью вычетов.	2	
	Ряды Фурье	1	
	Итого	5	
Итого за семестр		8	
Итого		10	

## 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 Несобственный интеграл. Интегральные преобразования. Преобразования Фурье, Лапласа.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	20	ОК-7	Тест
	Подготовка к контрольным работам	10		
	Итого	30		
Итого за семестр		30		
4 семестр				
2 Дифференциальные уравнения.	Выполнение контрольных работ	10	ОК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10		
	Итого	20		
3 Метрические и линейные нормированные пространства.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	11	ОК-7	Конспект самоподготовки, Тест, Экзамен
	Итого	11		
4 Комплексные числовые и функциональные ряды. Ряды Фурье, Тейлора, Лорана.	Выполнение контрольных работ	10	ОК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10		
	Итого	20		
Итого за семестр		51		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		90		



## 10. 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. Люстерник, Л.А. Краткий курс функционального анализа [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург Лань, 2009. — 272 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/245> (дата обращения: 13.07.2018).

2. Интегральное исчисление [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Ельцов А. А., Ельцова Т. А. - 2013. 138 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6063> (дата обращения: 13.07.2018).

3. Высшая математика III. Функции комплексного переменного. Ряды. Интегральные преобразования [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Магазинников Л. И. - 2012. 206 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2258> (дата обращения: 13.07.2018).

4. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Ельцов А. А., Ельцова Т. А. - 2013. 104 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6062> (дата обращения: 13.07.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Петрушко И.М. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной. / Петрушко И.М., Елисеев А.Г. и др. С-Петербург Изд-во [Электронный ресурс]: Лань, 2010. 368 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/526> (дата обращения: 13.07.2018).

2. Филимоненкова Н.В. Сборник задач по функциональному анализу. С-Петербург Изд-во [Электронный ресурс]: Лань, 2015. - 240 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65041> (дата обращения: 13.07.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Практикум по интегральному исчислению и дифференциальным уравнениям [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Ельцов А. А., Ельцова Т. А. - 2005. 204 с. (рекомендовано для самостоятельной работы) - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/39> (дата обращения: 13.07.2018).

2. Практикум по теории функций комплексного переменного, теории рядов, операционному исчислению [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие / Ельцов А. А., Ельцова Т. А. - 2018. 194 с. (рекомендовано для самостоятельной работы) - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7377> (дата обращения: 13.07.2018).

#### 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. <https://zbmath.org> Доступ свободный, zbMATH – самая полная 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.

## **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 для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 325 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

#### **13.1.3. 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 зрениями** 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.

Среди данных дифференциальных уравнений найдите линейное неоднородное уравнение первого порядка.	$2xy' + x^2 + y^2 = 0$
	$(1 + y^2)dx + xydy = 0$
	$y' + y \cos x = \sin x$
	$y''' - y'' + y = x$

2.

Общее решение дифференциального уравнения $y''' = e^{-x}$ имеет вид:	$y = -e^{-x} + C_1x + C_2$
	$y = e^{-x} + C_1x^2 + C_2x + C_3$
	$y = -e^{-x} + C_1 \frac{x^2}{2} + C_2x + C_3$
	$y = e^{-x} + C_1x$

3.

Является ли функция $y = x^2 + 2x + 3$ решением дифференциального уравнения $-y'' + y' = 2x$ ?	Да, является общим решением
	Да, является частным решением
	Нет, не является
	Нет, функции такого вида не могут быть решением дифференциального уравнения

4.

Сколько констант содержит общее решение дифференциального уравнения	0
---	---

$y^{(4)} - 16y = 0.$	2
	4
	1

5.

Общее решение уравнения $y'' + y' - 2y = 0$ имеет вид:	$y = C_1 e^{-x} + C_2 e^{2x}$
	$y = C_1 e^x + C_2 e^{-2x}$
	$y = e^{-x} - e^{2x}$
	$y = C_1 e^x + C_2 e^{-2x} + C_3 x$

6.

Частное решение дифференциального уравнения $y'' - 2y' + 2y = e^x$ имеет вид:	$y_{\text{ЧН}} = axe^x$
	$y_{\text{ЧН}} = ae^x$
	$y_{\text{ЧН}} = (a + bx)e^x$
	Среди представленных функций нет верного ответа

7.

Системой дифференциальных уравнений является:	$\begin{cases} y + 3z = 2, \\ 3x - z = 5, \\ 2y + 6z = 8 \end{cases}$
	$\begin{cases} x' = -x + 3y, \\ y' = x + y \end{cases}$
	$\begin{cases} x' = -x + 3y - 4z, \\ y = x + y + 3 \end{cases}$
	$\begin{cases} x = -x + 3y, \\ y' = x + y \end{cases}$

8.

Определите кратность нуля $z_0 = 2$ функции $f(z) = \sin(z - 2)$ .	0
	1
	2
	3

9.

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

**10.**

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

**11.**

Найти $\text{Res} \left[ f(z) = \frac{\cos(z-1)}{z-1}; z=1 \right]$ .	1
	0
	3
	$\infty$

**12.**

Охарактеризовать точку $z = 2i$ для функции $f(z) = \frac{\cos 2z}{z^2 + 4}$ .	Устранимая особая точка
	Существенно особая точка
	Простой полюс
	Правильная точка

**13.**

Найдите оригинал для изображения $F(p) = \frac{2}{p^2+4} + \frac{4p}{p^2+3}$ .	$f(t) = 2 \sin t + \frac{4}{3} \cos 3t$
	$f(t) = \sin 2t + \cos 3t$
	$f(t) = 2e^{2t} + 4e^{-3t}$
	$f(t) = e^t \sin 2t + \frac{4}{3} e^{3t} \sin 3t$

**14.**

Среди приведённых рядов укажите ряд Фурье для некоторой функции $f(x)$ .	$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x}{n^2}$
	$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}$
	$f(x) = x^2 + x + \frac{1}{2} + \frac{1}{3!x} + \frac{1}{3!x^2} + \dots + \frac{1}{n!x^{n-2}} + \dots$
	$f(x) = \frac{4}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin[(2n+1)\pi x]}{(2n+1)^2}$

**15.**

Среди приведенных рядов укажите числовой ряд	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$
	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n+1}$
	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!}$
	$\sum_{k=-\infty}^{+\infty} \frac{ie^{2in\pi x}}{\pi(2n-1)}$

**16.**

Среди приведённых рядов укажите ряд Тейлора для некоторой функции	$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x}{n^2}$
---	--

$f(x)$ .	$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}$
	$f(x) = x^2 + x + \frac{1}{2} + \frac{1}{3!x} + \frac{1}{3!x^2} + \dots + \frac{1}{n!x^{n-2}} + \dots$
	$f(x) = \frac{4}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin[(2n+1)\pi x]}{(2n+1)^2}$

**17.**

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
	$-\frac{9}{4}$

**18.**

Разложение функции $f(x) = \sin x$ в ряд Тейлора имеет вид:	$x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} + \dots$
	$x - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \dots + (-1)^n \frac{x^{2n}}{(2n)!} + \dots$
	$1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots + \frac{x^n}{n!} + \dots$
	$x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \dots + \frac{(-1)^{n+1}x^n}{n} + \dots$

**19.**

Частичные суммы ряда записываются в виде	$S_n = a_n + a_{n+1} + a_{n+2} + \dots$
	$S_n = \sum_{n=1}^{\infty} a_n$
	$S_n = a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_n$
	$S_n = a_1 + a_2 + \dots + a_n$

**20.**

Укажите среди заданных рядов знакочередующийся ряд	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^3}$
	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n}$
	$\sum_{n=2}^{\infty} (n-2)^{2n}$
	$\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{5}{6}\right)^{n+1}$

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Несобственные интегралы. Несобственные интегралы первого рода на промежутках  $[a, +\infty)$ ,  $(-\infty, +\infty)$ .
2. Интегральные преобразования. Основные термины. Назовите известные вам интегральные преобразования.
3. Понятие интегрального преобразования Фурье. Различные формы записи. Спектральный анализ функции с помощью преобразования Фурье.
4. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение. Свойства преобразования Лапласа.
5. Свёртка двух функций. Теорема об изображении свёртки.
6. Дифференциальные уравнения первого порядка. Основные термины, задачи.
7. Геометрический смысл дифференциального уравнения первого порядка и его решений.
8. Дифференциальные уравнения порядка  $n$ . Основные термины, задачи. Неполные уравнения, метод их решения.
9. Уравнения с разделяющимися переменными. Общий вид. Метод решения. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Общий вид. Метод решения.
10. Общий вид однородных линейных дифференциальных уравнений порядка  $n$ . Общий вид однородных линейных дифференциальных уравнений порядка  $n$  с постоянными коэффициентами. Методы решения.
11. Общий вид неоднородных линейных дифференциальных уравнений порядка  $n$ . Общий вид неоднородных линейных дифференциальных уравнений порядка  $n$  с постоянными коэффициентами. Методы решения.
12. План решения ЛНДУ с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида.
13. Числовые ряды. Сходимость и сумма числового ряда. Частичная суммы и остаток числового ряда.
14. Условная и абсолютная сходимость. В чём заключается основное отличие условно и абсолютно сходящихся рядов? Знакопередающийся ряд, теорема Лейбница о его сходимости.
15. Степенной ряд и его область сходимости.
16. Разложение аналитической функции в ряд Тейлора. Применение рядов Тейлора в приближённых вычислениях
17. Ряд Лорана. Его строение. Область сходимости ряда Лорана.
18. Нули аналитической функции, их кратность. Поведении ряда Тейлора в окрестности  $m$ -кратного нуля. Как практически найти кратность нуля?
19. Особые точки аналитической функции и их классификация. Вычеты. Связь с разложением функции в ряд Лорана.

20. Равномерная сходимость. Почленное дифференцирование и интегрирование функционального ряда.
21. Вычисление интегралов с помощью вычетов. Восстановление оригиналов с помощью вычетов.
22. Решение линейных дифференциальных уравнений и систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами операторным методом.
23. Общий вид тригонометрического ряда Фурье. Различные формы записи.
24. Спектральный анализ периодической функции с помощью ряда Фурье.
25. Приведите примеры классов функций образующих линейное пространство. Базис бесконечного линейного пространства. Ортогональные системы функций.
26. Среднеквадратичное отклонение функции  $f(x)$  от функции  $g(x)$ . Экстремальное свойство многочленов Фурье.

### **14.1.3. Темы контрольных работ**

1. Дифференциальные уравнения первого порядка. Неполные дифференциальные уравнения высших порядков.
2. Ряды. Вычеты и их приложения.

### **14.1.4. Вопросы на самоподготовку**

3 семестр

1. Несобственные интегралы I рода.
2. Несобственные интегралы II рода.
3. Преобразование Фурье.
4. Интеграл Фурье.
5. Синус и косинус преобразования Фурье.
6. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение, их свойства.
7. Приложения операционного исчисления.

4 семестр

1. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами.
2. Особые точки. Вычеты.
3. Линейное пространство непрерывных функций.
4. Линейное пространство абсолютно интегрируемых функций.
5. Линейное пространство интегрируемых с квадратом функций
6. Различные типы сходимости (равномерная, в среднем, в среднеквадратичном).



7. Полные метрические пространства.
8. Линейные нормированные пространства.
9. Пространства со скалярным произведением (предгильбертово и гильбертово пространства).
10. Ортогональные системы функций.
11. Ряд Фурье по ортогональной системе функций.
12. Сходимость в среднем. Экстремальное свойство многочленов Фурье.

#### **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 здоровья и инвалидов

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.