

**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: **11.03.01 Радиотехника**  
Направленность (профиль) / специализация: **Микроволновая техника и антенны**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**  
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**  
Курс: **2**  
Семестр: **3**  
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
4	Самостоятельная работа	48	48	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 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) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры математики « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_.

Разработчик:

заведующий кафедрой математики  
каф. математики

\_\_\_\_\_ А. Л. Магазинникова

Заведующий обеспечивающей каф.  
математики

\_\_\_\_\_ А. Л. Магазинникова

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ

\_\_\_\_\_ К. Ю. Попова

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 основ функционального анализа, а также методов функционального анализа, используемых для анализа, моделирования и решения профессиональных задач.

Формирование способности привлекать для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, математический аппарат 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 умения работать с математической литературой.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы функционального анализа» (Б1.Б.5.4) относится к блоку 1 (базовая часть).

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

Последующими дисциплинами являются: Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства, Аппаратные средства контроля и управления РЭС, Дискретная математика, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Измерения в СВЧ микроэлектронике, Информационные технологии, Космические системы связи, Методы автоматизированного проектирования радиоэлектронных систем (ГПО-4), Методы моделирования и оптимизации радиоэлектронных систем (ГПО-3), Методы расчёта радиоэлектронных систем и устройств (ГПО-2), Метрология и радиоизмерения, Многоканальные цифровые системы передачи, Научно-исследовательская работа, Общая теория радиосвязи, Оптические устройства в радиотехнике, Основы компьютерного проектирования РЭС, Основы конструирования и технологии производства РЭС, Основы микроэлектроники, Основы микроэлектроники СВЧ, Основы научно-исследовательской работы студентов в семестре (ГПО-1), Основы построения компьютерных сетей, Основы статистической радиотехники, Основы телевидения и видеотехника, Основы теории цепей, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Преддипломная практика, Прикладные математические методы в радиотехнике, Программирование логических интегральных схем, Проектирование аналоговых электронных устройств, Проектирование радиотехнических систем, Проектирование устройств приема и обработки сигналов, Радиоавтоматика, Радиоматериалы и радиокомпоненты, Радиотехнические системы, Радиотехнические цепи и сигналы, САПР микроволновых устройств и антенн, Статистическая теория радиотехнических систем, Схемотехника аналоговых электронных устройств, Теория вероятностей и математическая статистика, Технологии и системы автоматизированных измерений на СВЧ, Управление радиочастотным спектром, Устройства генерирования и формирования сигналов, Устройства приема и обработки сигналов, Устройства сверхвысокой частоты и антенны, Физика, Цифровая обработка сигналов, Цифровая связь, Цифровые устройства и микропроцессоры, Электродинамика и распространение радиоволн, Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром, Электроника, Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных систем.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 способностью выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основы функционального анализа, соответствующий математический аппарат;
- **уметь** применять знания в области функционального анализа, соответствующий математический аппарат для решения типовых задач, для освоения других дисциплин, предусмотренных учебным планом, и решения профессиональных задач;

– **владеть** основными методами решения задач функционального анализа и соответствующим математическим аппаратом.

#### 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
Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	24	24
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа (всего)	48	48
Подготовка к коллоквиуму	12	12
Подготовка к контрольным работам	8	8
Выполнение индивидуальных заданий	8	8
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	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.	6	11	16	33	ОПК-2
2 Дифференциальные уравнения.	6	9	14	29	ОПК-2
3 Метрические и линейные нормированные пространства.	4	0	2	6	ОПК-2
4 Комплексные числовые и функциональные ряды. Ряды Фурье, Тейлора, Лорана.	8	16	16	40	ОПК-2
Итого за семестр	24	36	48	108	
Итого	24	36	48	108	

## 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 пространства оригиналов). Оригинал и изображение, их свойства. Приложения операционного исчисления.	6	ОПК-2
	Итого	6	
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.	6	ОПК-2
	Итого	6	
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.	4	ОПК-2
	Итого	4	
4 Комплексные числовые и функциональные ряды. Ряды Фурье, Тейлора,	Пространства абсолютно сходящихся и сходящихся с квадратом последовательностей. Комплексные числовые ряды. Сходимость и сумма ряда. Абсолютная и условная сходимости	8	ОПК-2

Лорана.	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 Фурье. Замкнутые ортонормированные системы. Тригонометрический ряд Фурье. Разложение функции в ряд Фурье. Различные формы записи ряда Фурье. Спектральный анализ.		
	Итого	8	
Итого за семестр		24	

### 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
<b>Предшествующие дисциплины</b>				
1 Линейная алгебра и аналитическая геометрия	+	+	+	+
2 Математический анализ	+	+	+	+
<b>Последующие дисциплины</b>				
1 Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства	+			+
2 Аппаратные средства контроля и управления РЭС	+			+
3 Дискретная математика			+	+
4 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+		+
5 Измерения в СВЧ микроэлектронике	+	+	+	+
6 Информационные технологии	+	+	+	+
7 Космические системы связи	+	+	+	+
8 Методы автоматизированного проектирования	+	+	+	+

радиоэлектронных систем (ГПО-4)				
9 Методы моделирования и оптимизации радиоэлектронных систем (ГПО-3)	+	+	+	+
10 Методы расчёта радиоэлектронных систем и устройств (ГПО-2)	+	+	+	+
11 Метрология и радиоизмерения	+	+	+	+
12 Многоканальные цифровые системы передачи	+		+	+
13 Научно-исследовательская работа	+	+	+	+
14 Общая теория радиосвязи	+	+	+	+
15 Оптические устройства в радиотехнике	+	+		+
16 Основы компьютерного проектирования РЭС	+	+	+	+
17 Основы конструирования и технологии производства РЭС	+			+
18 Основы микроэлектроники	+	+		+
19 Основы микроэлектроники СВЧ	+	+	+	+
20 Основы научно-исследовательской работы студентов в семестре (ГПО-1)	+	+	+	+
21 Основы построения компьютерных сетей	+	+	+	+
22 Основы статистической радиотехники	+	+		+
23 Основы телевидения и видеотехника	+			+
24 Основы теории цепей	+	+	+	+
25 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	+			+
26 Преддипломная практика	+	+		+
27 Прикладные математические методы в радиотехнике	+	+		+
28 Программирование логических интегральных схем	+	+	+	+
29 Проектирование аналоговых электронных устройств	+	+		+
30 Проектирование радиотехнических систем	+	+		+
31 Проектирование устройств приема и обработки сигналов	+	+		+
32 Радиоавтоматика	+	+	+	+
33 Радиоматериалы и радиокомпоненты	+	+		+
34 Радиотехнические системы	+	+	+	+
35 Радиотехнические цепи и сигналы	+	+	+	+
36 САПР микроволновых устройств и антенн	+	+	+	+
37 Статистическая теория радиотехнических систем	+	+		+

38 Схемотехника аналоговых электронных устройств	+	+	+	+
39 Теория вероятностей и математическая статистика	+			+
40 Технологии и системы автоматизированных измерений на СВЧ	+			+
41 Управление радиочастотным спектром	+	+	+	+
42 Устройства генерирования и формирования сигналов	+	+		+
43 Устройства приема и обработки сигналов	+	+		+
44 Устройства сверхвысокой частоты и антенны	+	+	+	+
45 Физика	+	+		
46 Цифровая обработка сигналов	+	+	+	+
47 Цифровая связь	+	+	+	+
48 Цифровые устройства и микропроцессоры	+	+	+	+
49 Электродинамика и распространение радиоволн	+	+	+	+

#### 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.	
ОПК-2	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Коллоквиум, Опрос на занятиях, 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
<b>3 семестр</b>			
1 Несобственный интеграл. Интегральные преобразования. Преобразования Фурье, Лапласа.	Несобственные интегралы первого рода	2	ОПК-2
	Преобразование Фурье, интеграл Фурье, синус и косинус преобразования Фурье.	2	
	Преобразование Лапласа.	4	
	Контрольная работа	2	
	Коллоквиум	1	
	Итого	11	
2 Дифференциальные уравнения.	Уравнения первого порядка. Уравнения с разделяющимися переменными. Линейные уравнения первого порядка.	2	ОПК-2
	Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения с правой частью специального вида.	4	
	Контрольная работа	2	
	Коллоквиум	1	
	Итого	9	
4 Комплексные числовые и функциональные ряды. Ряды Фурье, Тейлора, Лорана.	Числовые ряды	2	ОПК-2
	Степенные ряды. Ряды Тейлора и Лорана. Нули аналитических функций. Особые точки. Вычеты. Вычисление интегралов с помощью вычетов.	6	
	Ряды Фурье	4	
	Контрольная работа	2	
	Коллоквиум	2	
	Итого	16	
Итого за семестр		36	

### 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.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2	Коллоквиум, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Выполнение индивидуальных заданий	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Подготовка к коллоквиуму	4		
	Итого	16		
2 Дифференциальные уравнения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2	Коллоквиум, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Выполнение индивидуальных заданий	2		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Подготовка к коллоквиуму	4		
	Итого	14		
3 Метрические и линейные нормированные пространства.	Подготовка к коллоквиуму	2	ОПК-2	Коллоквиум, Тест
	Итого	2		
4 Комплексные числовые и функциональные ряды. Ряды Фурье, Тейлора, Лорана.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2	Коллоквиум, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		

	Выполнение индивидуальных заданий	2		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Подготовка к коллоквиуму	2		
	Итого	16		
Итого за семестр		48		
Итого		48		

### 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Коллоквиум		10	10	20
Контрольная работа	10	15	15	40
Опрос на занятиях	3	3	3	9
Отчет по индивидуальному заданию	5	5	5	15
Тест	5	5	6	16
Итого максимум за период	23	38	39	100
Нарастающим итогом	23	61	100	100

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
$\geq 90\%$ от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
$< 60\%$ от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	E (посредственно)
	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Люстерник, Л.А. Краткий курс функционального анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 272 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/245> (дата обращения: 22.06.2018).

2. Интегральное исчисление: Учебное пособие / Ельцов А. А., Ельцова Т. А. - 2013. 138 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6063> (дата обращения: 22.06.2018).

3. Высшая математика III. Функции комплексного переменного. Ряды. Интегральные преобразования: Учебное пособие / Магазинников Л. И. - 2012. 206 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2258> (дата обращения: 22.06.2018).

4. Дифференциальные уравнения: Учебное пособие / Ельцов А. А., Ельцова Т. А. - 2013. 104 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6062> (дата обращения: 22.06.2018).

### 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: Лань, 2010. 368 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/526> (дата обращения: 22.06.2018).

2. Филимоненкова Н.В. Сборник задач по функциональному анализу. С-Петербург Изд-во: Лань, 2015. - 240 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65041> (дата обращения: 22.06.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Практикум по интегральному исчислению и дифференциальным уравнениям: Учебное пособие / Ельцов А. А., Ельцова Т. А. - 2005. 204 с. (рекомендовано для самостоятельной работы) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/39> (дата обращения: 22.06.2018).

2. Практикум по теории функций комплексного переменного, теории рядов, операционному исчислению: Учебно-методическое пособие / Ельцов А. А., Ельцова Т. А. - 2018. 194 с. (рекомендовано для самостоятельной работы) [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7377> (дата обращения: 22.06.2018).

#### 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 $y^{(4)} - 16y = 0.$	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:	$\begin{cases} y + 3z = 2, \\ 3x - z = 5, \\ 2y + 6z = 8 \end{cases}$
	$\begin{cases} x' = -x + 3y, \\ y' = x + y \end{cases}$
	$\begin{cases} x' = -x + 3y - 4z, \\ y = x + y + 3 \end{cases}$

	$\begin{cases} x = -x + 3y, \\ y' = x + y \end{cases}$
<b>8.</b>	
Определите кратность нуля $z_0 = 2$ функции $f(z) = \sin(z - 2)$ .	0
	1
	2
	3
<b>9.</b>	
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
<b>10.</b>	
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
<b>11.</b>	
Найти $\text{Res} \left[ f(z) = \frac{\cos(z-1)}{z-1}; z=1 \right]$ .	1
	0
	3
	$\infty$
<b>12.</b>	
Охарактеризовать точку $z = 2i$ для функции $f(z) = \frac{\cos 2z}{z^2 + 4}$	Устранимая особая точка
	Существенно особая точка
	Простой полюс
	Правильная точка
<b>13.</b>	
Найдите оригинал для изображения $F(p) = \frac{2}{p^2+4} + \frac{4p}{p^2+3}$ .	$f(t) = 2 \sin t + \frac{4}{3} \cos 3t$
	$f(t) = \sin 2t + \cos 3t$
	$f(t) = 2e^{2t} + 4e^{-3t}$
	$f(t) = e^t \sin 2t + \frac{4}{3} e^{3t} \sin 3t$
<b>14.</b>	
Среди приведённых рядов укажите ряд Фурье.	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$



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

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

**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. Темы опросов на занятиях

Несобственный интеграл. Интегральные преобразования. Преобразования Фурье, Лапласа. Дифференциальные уравнения.

Комплексные числовые и функциональные ряды. Ряды Фурье, Тейлора, Лорана.

#### 14.1.3. Темы индивидуальных заданий

Геометрический смысл дифференциального уравнения первого порядка и его решений.

Линейные дифференциальные уравнения порядка n.

Преобразование Фурье. Спектральный анализ одиночного прямоугольного импульса.

Ряды Фурье. Спектральный анализ периодической последовательности прямоугольных импульсов.

#### 14.1.4. Темы коллоквиумов

Несобственный интеграл. Интегральные преобразования. Преобразования Фурье, Лапласа. Дифференциальные уравнения.

Метрические и линейные нормированные пространства.

Комплексные числовые и функциональные ряды. Ряды Фурье, Тейлора, Лорана.

#### 14.1.5. Темы контрольных работ

Дифференциальные уравнения первого порядка. Неполные дифференциальные уравнения высших порядков.

Приложения операционного исчисления.

Ряды.

Вычеты и их приложения.

#### 14.1.6. Зачёт

Для получения зачета необходимо выполнение рейтинга не менее 60 баллов.

#### 14.1.7. Методические рекомендации

Оценка степени сформированности указанной в данной рабочей программе компетенции осуществляется как в рамках промежуточной, так и текущей аттестации, в том числе:

- При проведении практических занятий путём опроса по теме занятия,
- При выполнении контрольных работ.
- При ответе на вопросы на коллоквиуме.

- В отчёте по индивидуальному заданию.
- При выполнении теста.

Балльные оценки для элементов контроля, указанные в п.11.1 выставляются согласно следующим показателям и критериям:

- Высокий уровень сформированности оценивается от 90% до 100% указанных баллов. Требуется правильное выполнение всех заданий, полные ответы на все предложенные вопросы с чётким обоснованием.
- Базовый уровень сформированности оценивается 70% до 90% указанных баллов. Требуется выполнение большинства заданий, достаточно полные ответы на большинство предложенных вопросов с приемлемым обоснованием.
- Пороговый уровень сформированности оценивается от 60% до 70% указанных баллов. Требуется выполнение нескольких заданий, ответы на несколько предложенных вопросов на уровне понятий, обозначений и примеров.

Тестирование проводится как на лекционных, так и на практических занятиях по всем разделам курса.

#### **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.