

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет**  
**им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ**  
**КАФЕДРА АЛГЕБРЫ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной  
программы \_\_\_\_\_ **А.Х. Журтов**  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2022 г.**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ИФ и М  
\_\_\_\_\_ **Б.И. Кунижев**  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2022 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«СПЕЦИАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ В ЗАДАЧАХ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ**  
**ФИЗИКИ»**

(код и наименование дисциплины)

Направление подготовки

01.03.01 - Математика

(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки

Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

(наименование профиля подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная

**Нальчик 2022**

Рабочая программа дисциплины «Специальные функции в задачах математической физики» / сост. З.Х. Гучаева. – 2022. Нальчик: КБГУ. – 32 с.

Рабочая программа «Специальные функции в задачах математической физики» предназначена для преподавания дисциплины студентам очной формы обучения по направлению подготовки 01.03.01 Математика (профиль подготовки «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное уравнение» в 5 семестре 3 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.01 – Математика (уровень бакалавриата) утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 10 января 2018 г. №8 (Зарегистрировано в Минюсте России 06 февраля 2018 г. № 49941).

## Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины .....	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО .....	3
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	3
4. Содержание и структура дисциплины .....	4
4.1. Содержание разделов дисциплины .....	4
4.2. Структура дисциплины.....	5
4.3. Лекционные занятия .....	6
4.4. Практические занятия.....	6
4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины .....	7
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	7
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности .....	14
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	16
7.1. Нормативно-законодательные акты.....	16
7.2. Основная литература .....	16
7.3. Дополнительная литература .....	16
7.4. Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал) .....	17
7.5. Интернет-ресурсы .....	17
7.6. Методические указания .....	20
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	25
8.1. Требования к материально-техническому обеспечению.....	25
8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	26
Лист изменений (дополнений) .....	28
Приложение 1.....	29
Приложение 2.....	30

### 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины** – получение базовых знаний и формирование основных навыков по специальным функциям, необходимых как для обучения другим учебным дисциплинам, так и для формирования будущего специалиста, а также позволяющим решать прикладные задачи из различных областей знаний.

**Задача дисциплины:**

- овладеть основными математическими понятиями дисциплины;
- приобрести навыки работы со специальной математической литературой;
- уметь решать типовые задачи, уметь использовать математический аппарат для решения теоретических и прикладных задач математики;
- уметь содержательно интерпретировать получаемые результаты.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Специальные функции в задачах математической физики» относится к вариативной части подготовки бакалавра по направлению 01.03.01 Математика, профиль «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».

Основополагающей базой изучения дисциплины «Специальные функции в задачах математической физики» является дисциплина «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Уравнения с частными производными», а также знания из курса школьной математики.

Освоение материалов дисциплины «Специальные функции в задачах математической физики» необходимо для изучения дисциплин «Дифференциальные уравнения с отклоняющимся аргументом», «Нелокальные краевые задачи для модельных уравнений математической биологии», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций по данному направлению подготовки:

**ПКС-1.** Способен уметь ясно и понятно представлять математические знания с учетом уровня аудитории.

*Индикаторы достижения компетенции ПКС-1:*

**ПКС-1.1.** Способен обрабатывать, анализировать и осуществлять сбор информации по заданной тематике.

**ПКС-1.2.** Способен формулировать математические знания с учетом уровня слушателей.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- особенности применения различных видов специальных функций;
- правила получения специальных функций в различных задачах;
- различные типы представлений специальных функций.

**Уметь:**

- применять знания для решения практических задач;
- формулировать основные утверждения, выводимые из научно-практических задач;
- решать типовые задачи.

**Владеть:**

- основными принципами введения новых понятий и определения их свойств;
- методами применения их к решению краевых задач;
- системой знаний дисциплины для адекватного моделирования задачи использования функций.

#### 4. Содержание и структура дисциплины

##### 4.1. Содержание разделов дисциплины

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Форма текущего контроля
1	2	3	4	5
1.	Гамма-функция	<p>Определение. Функциональные соотношения для гамма - функции. Логарифмическая производная.</p> <p>Асимптотическое представление гамма - функции. Определенные интегралы. Таблицы гамма – функции.</p>	ПКС-1	Тестирование, коллоквиум, опрос
2.	Интеграл вероятности и связанные с ним функции	<p>Интеграл вероятности и его основные свойства.</p> <p>Асимптотическое представление для интеграла вероятности при больших значениях <math> z </math>. Интеграл вероятности от мнимого аргумента. Функция <math>F(z)</math>.</p> <p>Интеграл вероятности от аргумента <math>x\sqrt{i}</math>. Интегралы Френеля. Приложение к теории вероятностей.</p>	ПКС-1	Тестирование, коллоквиум, опрос
3.	Интегральная показательная функция и родственные ей специальные функции	<p>Интегральная показательная функция и ее основные свойства.</p> <p>Асимптотическое представление интегральной показательной функции для <math> z  \rightarrow \infty</math></p> <p>Интегральная показательная функция с мнимым аргументом. Интегральные синус и косинус</p> <p>Интегральный логарифм.</p>	ПКС-1	Тестирование, коллоквиум, опрос
4.	Ортогональные полиномы	Общие замечания об ортогональных полиномах.	ПКС-1	Тестирование, коллоквиум,

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Форма текущего контроля
		Полиномы Лежандра. Определение и производящая функция. Ортогональность полиномов Лежандра		опрос
		Рекуррентные соотношения и дифференциальное уравнение для полиномов Лежандра. Интегральные представления для полиномов Лежандра		
		Полиномы Эрмита. Определение и производящая Функция.		
5.	Цилиндрические функции	Введение. Функции Бесселя с целым положительным значком. Функции Бесселя с произвольным значком.	ПКС-1	Тестирование, коллоквиум, опрос
		Общее представление цилиндрических функций. Функции Бесселя второго рода.		
		Интегральное представление для цилиндрических функций.		
6.	Сферические функции	Сферические функции с целым положительным индексом. Связь с полиномами Лежандра.	ПКС-1	Тестирование, коллоквиум, опрос
		Сферические функции с индексом, равным половине нечетного целого числа. Присоединенные сферические функции.		

В графе 5 приводятся планируемые формы текущего контроля: контрольной работы (КР), домашнего задания (ДЗ), коллоквиум (К) и т.д.

#### 4.2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.ед. (108ч.).

Вид работы	Трудоемкость, часы
	5 семестр
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (в часах)</b>	<b>51</b>
Лекционные занятия (Л)	17

Практические занятия (ПЗ)	34
<b>Самостоятельная работа (в часах) в том числе контактная работа:</b>	<b>57</b>
Самостоятельное изучение разделов	15
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	15
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>

#### 4.3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1	Гамма-функция. <i>Цель и задачи изучения темы-</i> ознакомить студентов с теорией специальных функции математической физики, дать определение и функциональные соотношения для гамма - функции. Логарифмическая производная.
2	Интеграл вероятности и связанные с ним функции. <i>Цель и задачи изучения темы-</i> ознакомить студентов с интегралом вероятности и его основными свойствами. Асимптотическое представление для интеграла вероятности при больших значениях $ z $ .
3	Интегральная показательная функция и родственные ей специальные функции. <i>Цель и задачи изучения темы-</i> дать определение интегральной показательной функции и ее основные свойства.
4	Ортогональные полиномы. <i>Цель и задачи изучения темы-</i> Дать определение ортогональных полиномов. Ознакомить студентов с полиномами Лежандра. Определение и производящая функция. Ортогональность полиномов Лежандра
5	Цилиндрические функции. <i>Цель и задачи изучения темы-</i> ввести понятие цилиндрической функции. Функции Бесселя с целым положительным значком. Функции Бесселя с произвольным значком. Функции Бесселя второго рода.
6	Сферические функции. <i>Цель и задачи изучения темы-</i> ознакомить студентов с целым положительным индексом, их связи с полиномами Лежандра. Присоединенные сферические функции.

#### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Практические занятия
1	Гамма-функция
2	Интеграл вероятности и связанные с ним функции
3	Интегральная показательная функция и родственные ей специальные функции
4	Ортогональные полиномы
5	Цилиндрические функции
6	Сферические функции

#### 4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Асимптотическое представление интегральной показательной функции для $ z  \rightarrow \infty$
2	Рекуррентные соотношения и дифференциальное уравнение для полиномов Лежандра.
3	Общее представление цилиндрических функций.
4	Интегральное представление для цилиндрических функций.
5	Сферические функции с индексом, равным половине нечетного целого числа.

#### 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.

##### 5.1. Оценочные материалы для текущего контроля

*Цель текущего контроля* – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

**Текущий контроль** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины и включает: решение уравнений и выполнение заданий на практических занятиях, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

##### 5.1.1. Вопросы по темам дисциплины

(контролируемые компетенции ПКС-1)

##### **Тема 1: Гамма-функция.**

*Цель и задачи изучения темы* - ознакомить студентов с теорией специальных функции математической физики.

- 1) Дать определение и функциональные соотношения для гамма - функции.
- 2) Логарифмическая производная для гамма - функции

##### **Тема 2: Интеграл вероятности и связанные с ним функции.**

*Цель и задачи изучения темы* - ознакомить студентов с интегралом вероятности и его основными свойствами.

1) Асимптотическое представление для интеграла вероятности при больших значениях  $|z|$ .

**Тема 3: Интегральная показательная функция и родственные ей специальные функции.** *Цель и задачи изучения темы* - дать определение интегральной показательной функции и ее основные свойства.



- 1) Ввести понятие интегральной показательной функции
- 2) Рассмотреть основные свойства интегральной показательной функции

**Тема 4:** Ортогональные полиномы. *Цель и задачи изучения темы* - дать определение ортогональных полиномов.

- 1) Дать определение ортогональности.
- 2) Ознакомить студентов с полиномами Лежандра.
- 3) Определение и производящая функция.

**Тема 5:** Цилиндрические функции. *Цель и задачи изучения темы* - ввести понятие цилиндрической функции.

- 1) Функции Бесселя с целым положительным значком.
- 2) Функции Бесселя с произвольным значком.
- 3) Функции Бесселя второго рода.

**Тема 6:** Сферические функции. *Цель и задачи изучения темы* - ознакомить студентов с целым положительным индексом.

- 1) Рассмотрение связей с полиномами Лежандра.
- 2) Присоединенные сферические функции.

#### Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Дифференциальные уравнения». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

**В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале (за 1 занятие):**

**2 балла** ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильные определения понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

**1 балл** ставится, если обучающийся:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения;
- 3) излагает материал непоследовательно.

**0 баллов** ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия.

#### 5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи)

(контролируемые компетенции ПКС-1)

Перечень типовых задач для самостоятельной работы сформирован в соответствии с тематикой практических занятий по дисциплине

#### **Образцы типовых задач:**

1. Вычислить интеграл Эйлера-Пуассона

$$\int_0^{\infty} e^{-x^2} dx$$

2. Вычислить  $(-1/2)!$
3. Вычислить  $(0,21)!$
4. Вычислить  $\Gamma(-\frac{5}{3})$ .
5. Вычислить  $\Gamma(0,8)$ .
6. Вычислить  $\Gamma(\frac{1}{4})\Gamma(-\frac{1}{4})$ .
7. Вычислить  $\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-\sqrt{x}}}$ .
8. Вычислить  $\int_0^\pi \frac{dt}{\sqrt{3-\cos t}}$
9. Найти логарифмическую производную  $\Gamma$  функции  $[\Gamma(\alpha)]'$
10. Применив гамма-функцию, вычислить

$$\int_0^\pi \sin^m x \cos^n x dx,$$

где  $m > 1, n > 1$ .

11. Получить функциональное соотношение

$$\Gamma(3z) = \frac{3^{z-\frac{1}{2}}}{2\pi} \Gamma(z)\Gamma(z+\frac{1}{3})\Gamma(z+\frac{2}{3})$$

12. Получить интегральные представления для квадрата функции Бесселя целым значком

$$J_n^2(z) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} J_{2n}(2z \cos \theta) d\theta = (-1)^n \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} J_0(2z \cos \theta) \cos 2n\theta d\theta, n = 0, 1, 2, \dots$$

**Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задачи):**

«отлично» (4 балла) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно и логично его излагает. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

«хорошо» (3 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, но допускает неточности в процессе решения задач;

«удовлетворительно» (1-2 балла) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

«неудовлетворительно» (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

## 5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику.**

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

### **5.2.1. Оценочные материалы для коллоквиума** (контролируемые компетенции ПКС-1)

**Коллоквиум** – в рамках балльно-рейтинговых мероприятий студент трижды в семестр проходит рубежный контроль, одним из элементов которого является коллоквиум, на который отводится 6 баллов. На коллоквиуме студент в устной или письменной форме отвечает на вопросы из нижеприведенного перечня.

#### **Рубежный контроль № 1**

1. Определение гамма-функции.
2. Функциональные соотношения для гамма-функции.
3. Логарифмическая производная гамма-функции.
4. Определенные интегралы, связанные с гамма-функцией.
5. Асимптотическое представление гамма-функции.

#### **Рубежный контроль № 2**

1. Интеграл вероятности и его основные свойства.
2. Интеграл вероятности от мнимого аргумента.
3. Приложение к теории вероятностей.
4. Приложение к теории колебаний.
5. Сведения о таблицах интеграла вероятности и родственных ему функций.
6. Интегральная показательная функция и ее основные свойства.
7. Интегральный логарифм.

#### **Рубежный контроль № 3**

1. Интегральные представления для полиномов Лежандра.
2. Полиномы Эрмита. Определение и производящая функция.
3. Цилиндрические функции с индексом, равным половине нечетного целого числа.
4. Сферические функции.
5. Присоединенные сферические функции.

**Коллоквиум.** Коллоквиум – письменная (устная) работа небольшого объема, предполагающая проверку знаний заданного к изучению материала и навыков его практического применения. Проводится три раза в течение изучения дисциплины (семестр) в часы аудиторной работы. Не менее чем за 1 неделю до коллоквиума, преподаватель должен определить студентам исходные данные для подготовки: назвать разделы (темы, вопросы), по которым будут коллоквиум, теоретические источники (с точным указанием разделов, тем, статей) для подготовки.

Коллоквиум может состоять из одного или нескольких заданий практического содержания. При выполнении контрольной работы пользоваться конспектами лекций, учебниками не разрешается. Длительность коллоквиума составляет не более 90 минут.

**Критерии оценки.** Уровень знаний определяется баллами:

**6 баллов** - правильно выполнены все задания, продемонстрирован высокий уровень владения материалом, проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**5-4 балла** - правильно выполнена большая часть заданий, присутствуют незначительные ошибки, продемонстрирован хороший уровень владения материалом, проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**3-2 балла** - задания выполнены более чем наполовину, присутствуют серьезные ошибки, продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом, проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**1 балл** - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса существенными ошибками в определениях.

**0 баллов** - при полном несоответствии всем критериям и отсутствию ответа.

### **5.2.2. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине** (контролируемые компетенции ПКС-1)

Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru/moodle/>.

*Тест* – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

1.  $\Gamma(z)$  представляет функцию, регулярную в области:
  - $\operatorname{Re}(z) > 0$
  - $\operatorname{Re}(z) < 0$
  - $\operatorname{Re}(z) = 0$
2. Гамма-функция удовлетворяет функциональному соотношению:
  - $\Gamma(z+1) = z\Gamma(z)$ ;
  - $\Gamma(z+1) = z$ ;
  - $\Gamma(z-1) = z\Gamma(z+1)$ ;
  - $\Gamma(z) = z\Gamma(z)$
3. Гамма-функция-математическая функция, которая расширяет понятие ... на поле комплексных чисел.
  - переменной;
  - факториала;
  - функции;
  - бета-функции
4. Сферические функции представляют собой угловую часть семейства ортогональных решений уравнения ... записанную в сферических координатах.
  - Бесселя;
  - Лапласа;
  - Лежандра;
  - Коши
5. цилиндрической функцией не является:
  - Лежандра;
  - Бесселя;
  - Ганкеля;
  - Броуна
6. Интегралом вероятности  $\Phi(z)$  называется функция, которая для любых комплексных  $z$  определяется при помощи равенства:

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-t^2} dt,$$

$$\gamma(z, \alpha) = \int_0^\alpha e^{-t} t^{z-1} dt,$$

$$\Gamma(z) = e^{\left(z - \frac{1}{2}\right) \ln z - z + \frac{1}{2} \ln 2\pi} [1 + O(|z|^{-1})].$$

7. Какие функции относятся к специальным...

- цилиндрические;
- гипергеометрические;
- линейные;
- эллиптические;

8. Какая из перечисленных функций не является решением обыкновенного дифференциального уравнения 2-го порядка

- гамма-функция;
- эллиптическая функция;
- цилиндрическая функция;
- бета-функция

9. Функции Бесселя определяются, как ... решения уравнения

$$x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} + x \frac{dy}{dx} + (x^2 - \alpha^2) y = 0$$

- линейно-зависимые;
- линейно-независимые;

10. Функция Бесселя первого рода  $J_\alpha(x)$  определяется, как решение уравнения, которое конечно при ... и неотрицательных целых  $\alpha$ .

-  $x=0$ ;

-  $x<0$ ;

-  $x>0$ ;

**Решение заданий в тестовой форме.** Проводится три раза в течение изучения дисциплины (семестр). Не менее чем за 1 неделю до тестирования, преподаватель должен определить студентам исходные данные для подготовки к тестированию: назвать разделы (темы, вопросы), по которым будут задания в тестовой форме, теоретические источники (с точным указанием разделов, тем, статей) для подготовки.

**Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:**

5 баллов – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов;

4 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 80 –99 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

2-3 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 60 –79% от общего объема заданных тестовых вопросов;

1 балл – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 40-59 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

### 5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине в виде проведения экзамена (8 семестр).

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов

### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН**

*(контролируемые компетенции ПКС-1)*

1. Определение гамма-функции.
2. Функциональные соотношения для гамма-функции.
3. Логарифмическая производная гамма-функции.
4. Определенные интегралы, связанные с гамма-функцией.
5. Асимптотическое представление гамма-функции.
6. Интеграл вероятности и его основные свойства.
7. Интеграл вероятности от мнимого аргумента.
8. Приложение к теории вероятностей.
9. Приложение к теории колебаний.
10. Сведения о таблицах интеграла вероятности и родственных ему функций.
11. Интегральная показательная функция и ее основные свойства.
12. Интегральный логарифм.
13. Интегральные представления для полиномов Лежандра.
14. Полиномы Эрмита. Определение и производящая функция.
15. Цилиндрические функции с индексом, равным половине нечетного целого числа.
16. Сферические функции.
17. Присоединенные сферические функции.

#### **Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:**

**«отлично»** (30 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

**«хорошо»** (24 балла) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

**«удовлетворительно»** (18 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

**«неудовлетворительно»** (14 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

#### **Критерии оценки.**

Уровень знаний определяется оценками **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«зачтено»**, **«неудовлетворительно»**, **«не зачтено»**.

1. Оценка **«отлично»** - студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показывает высокий уровень теоретических знаний.

2. Оценка **«хорошо»** - студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы. В тоже время при ответе допускает несущественные погрешности.

3. Оценка **«удовлетворительно»** - студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. Для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы.

4. Оценка **«неудовлетворительно»** - студент показывает недостаточные знания программного материала, не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускаются грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на поставленный вопрос или затрудняется с ответом.

## **6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 – баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины является экзамен (5 семестр).

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложения 1. В течение учебного процесса студент обязан отчитаться по теоретическому материалу и практическим занятиям: опросы, индивидуальные задания.

**Целью промежуточных аттестаций** по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

### **Критерии оценки качества освоения дисциплины (Приложение 2)**

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент

демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке приведены в таблице 1.

**Таблица 1 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Основные показатели оценки результатов обучения</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций</b>
<b>ПКС-1.</b> Способен уметь ясно и понятно представлять математические знания с учетом уровня аудитории	<p><b>Знать:</b> основные формы представления математических знаний, дистанционные технологии представления математических знаний.</p> <p><b>Уметь:</b> определять оптимальные формы представления математических знаний и адаптировать их с учетом уровня подготовленности аудитории, использовать дистанционные технологии обучения.</p> <p><b>Владеть:</b> научной терминологией профессиональной области, смежных областей знания, фундаментальными математическими знаниями, культурой научно-педагогического общения, способностью использовать теоретические общефилософские знания в профессиональной деятельности</p>	<b>ПКС-1.1.</b> Способен уметь ясно и понятно представлять математические знания с учетом уровня аудитории.	Типовые оценочные материалы для устного опроса ( <i>раздел 5.1.1, №№2-5 и т.д.</i> ), типовые контрольные работы ( <i>раздел 5.2.1, №№1-3 и т.д.</i> ), типовые тестовые задания ( <i>раздел 5.2.2, №№1-5 и т.д.</i> ), типовые оценочные материалы к экзамену ( <i>раздел 5.3, №№1-5 и т.д.</i> )
		<b>ПКС-1.2.</b> Способен формулировать математические знания с учетом уровня слушателей	



## **7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **7.1. Нормативно-законодательные акты**

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.01-Математика, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018г. № 8 (зарегистрировано в Минюсте России «06» февраля 2018г. №49941).  
[https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/010301\\_B\\_3\\_15062021.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/010301_B_3_15062021.pdf)
2. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/)

### **7.2. Основная литература**

1. Высшая математика. Том 6. Специальные функции. Основные задачи математической физики. Основы линейного программирования [Электронный ресурс] : учебник / Господариков А.П. [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. — 122 с. — 978-5-94211-720-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71692.html>
2. Дунаев А.С. Специальные функции [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Дунаев, В.И. Шлычков. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 938 с. — 978-5-7996-1523-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66596.html>
3. Никифоров А.Ф., Уваров В.Б. Специальные функции математической физики: учебное пособие. – Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 344 с. (24 экз.)
4. Холодова С.Е. Специальные функции в задачах математической физики [Электронный ресурс] / С.Е. Холодова, С.И. Перегудин. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2012. — 71 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68147.html>

### **7.3. Дополнительная литература**

1. Вахрушев Н.В., Специальные функции. Интегральные уравнения. Вариационное исчисление [Электронный ресурс]: учеб. пособие. / Н.В. Вахрушев, Т.М. Назарова, В.В. Хаблов - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. - 72 с. - ISBN 978-5-7782-1834-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778218345.html>
2. Интегральные уравнения: учебное пособие / О.В. Новоселов [и др.]. — Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, 2020. — 122 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/107201.html>
3. Кудряшов С.Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики» [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.Н. Кудряшов, Т.Н. Радченко. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011. — 308 с. — 978-5-9275-0879-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47050.html>
4. Сухинов А.И. Курс лекций по уравнениям математической физики с примерами и задачами [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Сухинов, В.Н. Зуев, В.В. Семенистый. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2009. — 308 с. — 978-5-9275-0669-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46989.html>
5. Янке Е., Эмде Ф., Леш Ф. Специальные функции. Формулы, графики, таблицы: учебное пособие. – Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы 1977. – 344 с. (7экз.)

#### 7.4. Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)

1. Вестник МГУ Серия 1. Математика. Механика.
2. Дифференциальные уравнения
3. Доклады РАН
4. Журнал вычислительной математики и математической физики
5. Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки
6. Успехи математических наук

#### 7.5. Интернет-ресурсы

**Общие информационные, справочные и поисковые системы:**

1 СИС «Консультант плюс» <http://www.c-consultant.ru/cons/>

2 СИС «Гарант» <http://www.garant.ru>

**Профессиональные базы данных:**

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	<b>Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)</b>	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ»	Полный доступ
2.	<b>База данных Science Index (РИНЦ)</b>	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2022 от 19.07.2022 г. Активен до 31.07.2023г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ

		журналов.			
3.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a> <a href="http://www.medcollelib.ru">http://www.medcollelib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №310СЛ/08-2021 От 30.09.2021 г. Активен до 30.09.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
4.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №701КС/02-2022 от 13.04.2022 г. Активен до 19.04.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №6ЕП/223 от 15.02.2022 г. Активен до 28.02.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям	<a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/16 66-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ

		знаний			
7.	ЭБС «IPRbooks»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) Договор №9200/22П от 08.04.2022 г. Активен до 02.04.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №192/ЕП-223 От 29.10.2021 г. Активен до 31.10.2022 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
10.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prilib.ru">http://www.prilib.ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115,214)

– Кроме того, обучающиеся могут воспользоваться профессиональными поисковыми системами:

1. Служба тематических толковых словарей <http://glossary.ru/>
2. Словари и энциклопедии <https://dic.academic.ru/>
3. Википедия <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

## **7.6. Методические указания**

### ***Методические указания по проведению различных учебных занятий и другим видам самостоятельной работы***

Основными видами учебных занятий при изучении курса являются лекции, практические занятия и контролируемая самостоятельная работа студентов с изучением ими рекомендованной литературы.

Лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей научной деятельностью магистрантов.

Преподаватель, читающий данный лекционный курс, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.

Практические занятия служат углублению и закреплению знаний студентов, полученных ими в ходе лекций. Проводятся практические занятия по узловым и наиболее сложным темам учебной программы. Они могут быть построены как на материале одной лекции, так и на содержании обзорной лекции, а также по определённой теме без чтения предварительной лекции. Главная и определяющая особенность любого практического занятия – наличие элементов дискуссии, проблемности, диалога между преподавателем и студентами и самими студентами.

Кроме того, практические занятия позволяют разобраться в сложных вопросах, возникающих в процессе самостоятельной работы, и сформировать необходимые навыки и умения. Указанная форма проведения занятий развивает ораторские способности, совершенствует навыки выступления. Являясь одним из основных видов учебных занятий, практика подводит итог самостоятельной работе студентов по каждой теме. При этом практические занятия дают положительные результаты только в том случае, если им предшествует достаточно эффективная и плодотворная работа по самостоятельному изучению рекомендованной основной и дополнительной литературы.

Базовыми видами учебной работы студентов являются аудиторная и самостоятельная. Причем, аудиторной работе на практических занятиях, обязательно должна предшествовать самостоятельная работа студента. В частности, подготовку к практическим занятиям рекомендуется начинать заблаговременно и проводить в следующей последовательности: уяснение темы и основных вопросов, выносимых на занятие; определение порядка подготовки к семинару (когда и какую литературу изучить, на какие вопросы обратить особое внимание); ознакомление с литературой, и её изучение. При изучении литературы необходимо переработать информацию, глубоко осмыслив прочитанное. В ходе подготовки к занятию студенты могут выполнить:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;

- проработку учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовку докладов для практических занятий;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовку заключения по обзору;
- решение задач, упражнений;
- работу с тестами и вопросами для самопроверки;

и т.д.

При подготовке к ответу студент должен обратить внимание на следующие требования: свободное изложение материала; аргументированность всех содержащихся в ответе выводов и заключений; культуру речи. Выступающий должен уметь отстаивать свои результаты. Студенты должны быть готовы к выступлению добровольно или по вызову преподавателя по всем вопросам, рассматриваемым на занятии.

В ходе практического занятия студентам рекомендуется внимательно слушать выступления товарищей, делать при необходимости записи, а также замечать допущенные в решениях студентов неточности, ошибки и исправлять их. В конце занятия преподаватель подводит итоги изучения темы, объявляет оценки, полученные студентами, дает в случае необходимости рекомендации по дополнительной работе над отдельными вопросами темы.

### ***Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции***

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы***

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;
- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;

– совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;

– модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);

2. Выполнение разноуровневых задач и заданий;

3. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;

4. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для

выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий – это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

### ***Методические рекомендации по работе с литературой***

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное чтение* предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое чтение* – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.
2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:
  - медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
  - выделить ключевые слова в тексте;
  - постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.
3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку



относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

### ***Методические рекомендации для подготовки к экзамену***

Экзамен является формой итогового контроля знаний и умений, обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К экзамену допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене студент может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносятся материалы в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут.

Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

***Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов*** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

***Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов*** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

***Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов*** – теоретическое содержание

курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Требования к материально-техническому обеспечению**

Реализация учебной дисциплины осуществляется с использованием материально-технической базы, обеспечивающей проведение всех видов учебных занятий и научно-исследовательской работы студентов, предусмотренных программой учебной дисциплины и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам. Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие: лекционной аудитории оснащенной мультимедийным проектором, аудитории с интерактивной доской для проведения практических занятий, учебный и научный абонемент библиотеки, читальные залы, компьютерные классы с выходом в интернет.

В самостоятельной и аудиторной работе студентами активно используется единая информационная база (новая литература, периодика, электронные образовательные ресурсы, электронные учебники, справочники).

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

*лицензионное программное обеспечение:*

- программное обеспечение средств антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1000-1500 Node 1 year Educational Renewal License (KL4863RAVFQ);

- программное обеспечение для работы с PDF-документами. ABBYY FineReader 15 Business;

- программное обеспечение для работы с документами формата PDF Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Level 1 (1-9) Education Named License 65297997BB01A12;

- офисное программное обеспечение МойОфис Стандартный.

*свободно распространяемые программы:*

- Web Browser – Firefox;

- AcademicMarthCADLicense - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- 7zip - программ для сжатия и распаковки файлов;
- AdobeReader– программа для чтения PDF файлов;
- DjvuReader – приложения для распознавания, конвентирования и работы с Djvu файлами.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

## **8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые) - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета/экзамена оформляются увеличенным шрифтом;
- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;
- в) для глухих и слабослышащих:
  - на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
  - зачет/экзамен проводится в письменной форме;
  - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
  - по желанию студента экзамен может проводиться в письменной форме;
- д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
  - по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

**Лист изменений (дополнений)**

в рабочую программу по дисциплине «Специальные функции в задачах математической физики» по направлению подготовки 01.03.01 Математика, профиль «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»  
на 20\_\_ - 20\_\_ учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры «Алгебры и дифференциальных уравнений»

протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » « \_\_\_\_ » 20\_\_ г.

И.о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ /М.С. Нирова / \_\_\_\_\_ /

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№ п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2	Текущий контроль:	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	Ответ на 5 вопросов	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 б.	5 б.	5 б.
	Неполный правильный ответ	от 3 до 15 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0б.	0б.	0б.	0б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач)	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
3	Рубежный контроль	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	тестирование	от 0- до 12б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.
	коллоквиум	от 0 до 18б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.
4	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70баллов	до 23б.	до 23б	до 24б
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б	не менее 12 б
	Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б	менее 23 б	менее 24б
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б	не менее 24б

**Шкала оценивания планируемых результатов обучения  
Текущий и рубежный контроль**

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
5	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «отлично».

**Промежуточная аттестация (экзамен)**

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
5	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

		рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.		
--	--	--	--	--