

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Меркулов Евгений Сергеевич

Должность: и.о. ректора

Дата подписания: 31.03.2022 11:28:10

Уникальный программный ключ:

39428e82d614a3cd984f917b018f0fd2c07182daabc77db685db2d16370f6e7c

ОПОП

Рабочая программа дисциплины Б1.О.25 «Специальные функции» для направления под-
готовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль

СМК-РПД-В1.П2-2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (КУРСА, МОДУЛЯ)

Б1.О.25 «Специальные функции»

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: общий

Год набора: 2021

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Курс4 **Семестр**7

Зачет с оценкой: 7 семестр

Петропавловск-Камчатский, 2021г.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.О.25 «Специальные функции» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль		

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 № 9.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.О.25 «Специальные функции» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль		

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ОП ВО	4
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине	4
4. Содержание дисциплины	5
5. Тематическое планирование	5
3 семестр	Ошибка! Закладка не определена.
7. Примерная тематика контрольных работ, курсовых работ	7
8. Перечень вопросов на зачет, экзамен	7
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	8
10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента	9

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.О.25 «Специальные функции» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль		

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является овладение основными понятиями специальных функций как самостоятельного раздела математики; современное развитие специальных функций и их связь с другими областями математики; выработка системы представлений о методах специальных функций для решения ряда задач в своей профессиональной деятельности. Накопление студентами опыта по использованию специальных функций для решения задач, необходимых для успешной профессиональной деятельности в будущем. В результате изучения дисциплины студент должен знать основы теории специальных функций, наиболее распространенные методы решения задач; способы применения математических методов с использованием различных программных средств; уметь решать задачи с использованием методов специальных функций; применять знания основных структур теории специальных функций для решения задач с использованием математических методов; использовать современные компьютерные технологии в процессе решения прикладных задач.

Задачи освоения дисциплины: в результате изучения базовой части цикла обучающийся должен знать и уметь применять на практике методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений, дискретной математики, вероятностей и математической статистики, уравнений математической физики, архитектуры современных компьютеров, технологии программирования, численные методы и алгоритмы решения типовых математических задач; владеть методологией и навыками решения научных и практических задач.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к блоку Б1 дисциплин вариативной части учебного плана.

Для изучения дисциплины необходимы знания по математическому и функциональному анализу.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук. ОПК-1.2. Умеет использовать базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе полученных теоретических знаний.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.О.25 «Специальные функции» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль		

	ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2.1. Знает базовые математические методы решения прикладных задач. ОПК-2.2. Умеет адаптировать существующие математические методы для решения конкретной прикладной задачи. ОПК-2.3. Имеет опыт решения прикладных задач с использованием математических методов и систем программирования.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. Содержание дисциплины

Тема №1. Задача Штурма-Лиувилля как источник специальных функций

Источники появления специальных функций. Элементы теории представлений групп. Характеры. Г-Функция Эйлера и ее свойства. В-функция Эйлера и ее свойства. Вычисление некоторых специальных интегралов. Задача Штурма – Лиувилля. Свойства решений. Ортогональность и полнота системы собственных функций.

Тема №2. Специальные функции и их применение.

Функции Бесселя и их свойства. Разложение функций в ряды Бесселя. Применение функций Бесселя к решению задач математической физики с круговой симметрией. Полиномы Лежандра. Присоединенные функции Лежандра и сферические функции. Полиномы Чебышева. Функции Эрмита, Лаггера, Матье. Непрерывный спектр оператора Штурма-Лиувилля. Общий подход к построению интегральных преобразований.

5. Тематическое планирование

Модули дисциплины

№	Наименование модуля	Лекции	Практики/ семинары	Лабораторные	Сам. работа	Всего, часов
1	Специальные функции	16	28	0	100	144
	Всего	16	28	0	100	144

Тематический план

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
	<i>Лекции</i>		
1	Задача Штурма-Лиувилля как источник специальных функций.	2	ОПК-1, ОПК-2
2	Специальные функции и их применение	2	ОПК-1, ОПК-2
	<i>Практические занятия</i>		
1	Г-функция Эйлера и ее свойства.	4	ОПК-1, ОПК-2
2	Г-функция Эйлера и ее свойства.	4	ОПК-1, ОПК-2

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.О.25 «Специальные функции» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль		

3	В-функция Эйлера и ее свойства.	4	ОПК-1, ОПК-2
4	Ортогональные многочлены и их вычисление.	4	ОПК-1, ОПК-2
5	Бесселевы функции и их свойства.	6	ОПК-1, ОПК-2
6	Собственные функции дифференциальных операторов.	6	ОПК-1, ОПК-2
	<i>Самостоятельная работа</i>		
1	В-функция Эйлера и ее свойства.	10	ОПК-1, ОПК-2
2	Ортогональные многочлены и их вычисление.	10	ОПК-1, ОПК-2
3	Цилиндрические функции	10	ОПК-1, ОПК-2
4	Собственные функции дифференциальных операторов.	15	ОПК-1, ОПК-2
6	Г-функция Эйлера и ее свойства.	10	ОПК-1, ОПК-2
7	Эллиптические интегралы второго рода	10	ОПК-1, ОПК-2
8	Дзета-функция Римана	10	ОПК-1, ОПК-2
9	Модулярные формы и функции	15	ОПК-1, ОПК-2

6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная.

Самостоятельная аудиторная работа включает выступление по вопросам практических занятий, выполнение практических заданий.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в следующих формах:

- выполнение практических заданий;
- подготовка сообщений по вопросам практических занятий.

6.1. Темы практических занятий

Для каждого практического занятия определены задания для аудиторной (литера А) и самостоятельной работы (литера С).

Занятие 1. Г-функция Эйлера и ее свойства.

- А) №№ 15-23 нечетные из [1].
С) №№ 20-24 четные из [1].

Занятие 2. Г-функция Эйлера и ее свойства.

- А) №№ 1-23 нечетные из [1].
С) №№ 2-24 четные из [1].

Занятие 3. В-функция Эйлера и ее свойства.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.О.25 «Специальные функции» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль		

- А) №№ 117 а-ж, 118 из [1].
 С) №№ 1.12-1.15 из [2].

Занятие 4. Ортогональные многочлены и их вычисление.

- А) №№ 122-125 из [1].
 С) №№ 1.37-1.42 из [2].

Занятие 5. Ортогональные многочлены и их вычисление.

- А) №№ 127-129 из [1].
 С) №№ 130-131 из [1]. Гл 4, 13,14 из [3]

Занятие 6. Собственные функции дифференциальных операторов.

- А) №№ 68-74 из [1].
 С) №№ 75-81 из [1].

6.2. Внеаудиторная самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Форма СР	Трудоемкость (час.)
1	Специальные функции	В-функция Эйлера и ее свойства.	Конспект, опрос	10
2		Ортогональные многочлены и их вычисление.	Конспект, опрос	10
3		Цилиндрические функции	Конспект, опрос	10
4		Собственные функции дифференциальных операторов.	Конспект, опрос	15
5		Г-функция Эйлера и ее свойства.	Конспект, опрос	10
6		Эллиптические интегралы второго рода	Конспект, опрос	10
7		Дзета-функция Римана	Конспект, опрос	10
8		Модулярные формы и функции	Конспект, опрос	15
9		Большая теорема Пикара	Конспект, опрос	10
Итого				100

7. Примерная тематика контрольных работ, курсовых работ

Учебным планом контрольные работы и курсовые работы по дисциплине Б1.В.ДВ.07.01 «Специальные функции» не предусмотрены.

8. Перечень вопросов на промежуточную аттестацию

Примерный перечень вопросов на зачет с оценкой:

1. Классификация задач, в которых возникают специальные функции.
2. Элементы представления групп. Характеры групп как специальные функции
3. Г-функция Эйлера и ее свойства.
4. В-функция Эйлера и ее свойства.
5. Задача Штурма-Лиувиля.
6. Ортогональность решений задачи Штурма-Лиувиля.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.О.25 «Специальные функции» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль		

7. Разрешимость задачи Штурма-Лиувилля.
8. Полнота системы решений задачи Штурма-Лиувилля.
9. Примеры ортогональных систем функций.
10. Уравнение Бесселя и его решения.
11. Разложение функций в ряд по функциям Бесселя.
12. Решение уравнения теплопроводности в круге.
13. Колебания круглой мембраны.
14. Уравнение Лежандра. Полиномы Лежандра.
15. Присоединенные полиномы Лежандра и их свойства.
16. Сферические функции и их свойства.
17. Полиномы Чебышева и их свойства.
18. Функции Эрмита и их свойства
19. Функции Лаггера и их свойства.
20. Функции Матье и их свойства.
21. Непрерывный спектр в задаче Штурма-Лиувилля.
22. Интегральные преобразования. Общая теория.
23. Понятие модулярной функции.
24. Метод Фробениуса.
25. Понятие дзета-функции Римана.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Основная учебная литература:

1. Дунаев А.С. Специальные функции: учебное пособие / Дунаев А.С., Шлычков В.И. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 938 с. — ISBN 978-5-7996-1523-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66596.html> (дата обращения: 04.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Холодова С.Е. Специальные функции в задачах математической физики / Холодова С.Е., Перегудин С.И. — Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2012. — 71 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/68147.html> (дата обращения: 04.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Никифоров А.Ф. Специальные функции математической физики: учебное пособие / Никифоров А.Ф., Уваров В.Б. — Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2007. — 343 с. — ISBN 978-5-89155-165-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/103386.html> (дата обращения: 04.02.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

9.2. Дополнительная учебная литература:

1. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики. М. ФИЗМАТЛИТ, 2004, -400 с.
2. Бицадзе А.В., Калиниченко Н.А. Сборник задач по уравнениям математической физики. М., Наука, 2006
3. Сборник задач по уравнениям математической физики. Под ред. В.С.Владимирова. М., Наука, 1974.
4. Кузнецов Д.Е. Специальные функции. Изд. ВШ, 1984. с 247.
5. Ректорис К. Вариационные методы в математической физике и технике. М., Мир, 1985. с. 589.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.О.25 «Специальные функции» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль		

6. Никифоров А.Ф., Уваров В.Б. Основы теории специальных функций. М., Наука, 1974.- 303 с.
7. Ватсон Дж. Теория бесселевых функций. М.ВШ. 1976.
8. Марченко В.А. Спектральная теория оператора Штурма-Лиувилля. Киев, Наукова думка, 1972.
9. Бабич В.М., Григорьева Н.С. Ортогональные разложения и метод Фурье. Л. Изд. ЛГУ, 1983.

9.3. Интернет-ресурсы:

1. Электронно-информационная среда вуза (Moodle) - <http://moodle3.kamgu.ru>
2. Учебно-методические материалы для студентов физико-математического факультета - <http://fizmatkamgu.ru/yym/>
3. Научная электронная библиотека Elibrary.ru – <http://elibrary.ru>
4. Математический портал Math-Net – <http://mathnet.ru>
5. Академия Google - <https://scholar.google.ru/>
6. видеолекции на канале Постнаука youtube.com

10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента

На основании разработанной компетентностной модели выпускника образовательные цели представлены в виде набора компетенций как планируемых результатов освоения образовательной программы. Определение уровня достижения планируемых результатов освоения образовательной программы осуществляется посредством оценки уровня сформированности компетенции и оценки уровня успеваемости обучающегося по пяти-балльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено»).

Основными критериями оценки в зависимости от вида работы обучающегося являются: сформированность компетенций (знаний, умений и владений), степень владения профессиональной терминологией, логичность, обоснованность, четкость изложения материала, ориентирование в научной и специальной литературе.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций и оценки уровня успеваемости обучающегося

Текущий контроль

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения модулей дисциплины (оценка)	Критерии оценивания отдельных видов работ обучающихся		
		Устный/письменный опрос	Отчет по практической работе	Выполнение заданий самостоятельной работы
Высокий	отлично	Обучающийся ответил на все вопросы и продемонстрировал полностью знания по изучаемому материалу	Содержит все задания лабораторной работы, оформлен в соответствии с требованиями	Студент безошибочно ответил на все основные вопросы, а также продемонстрировал свободное владение материалом при ответе на дополнительные вопросы; работа выполнена в полном объеме и в точном соответствии с требованиями; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при ре-

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.О.25 «Специальные функции» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль		

				шении задач, сформулированных в задании
Базовый	хорошо	Обучающийся ответил на большую часть вопросов и продемонстрировал понимание изучаемого материала	Содержит большинство заданий лабораторной работы, оформлен в соответствии с требованиями	Студент безошибочно ответил на основные вопросы, но не точно или не в полном объеме раскрыл дополнительные вопросы; работа выполнена в полном объеме и в точном соответствии с требованиями; студент твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя
Пороговый	удовлетворительно	Ответ обучающегося содержал ошибки и недочеты	Содержит меньшую часть заданий лабораторной работы, оформление не соответствует требованиям	Студент затрудняется в ответах на вопросы и отвечает только после наводящих вопросов, демонстрирует слабое знание при ответе на дополнительные вопросы; работа выполнена в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; студент усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя применяет его практически; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки
Компетенции не сформированы	неудовлетворительно	Обучающийся не ответил на поставленные вопросы	Отчет не предоставлен	Студент не ответил ни на один вопрос; работа не выполнена

Промежуточная аттестация

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения дисциплины	Критерии оценивания обучающихся (работ обучающихся)
		зачет с оценкой
Высокий	отлично (зачтено)	Студент показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
Базовый	хорошо (зачтено)	Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности
Пороговый	удовлетворитель-	Студент показал фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2021
Рабочая программа дисциплины Б1.О.25 «Специальные функции» для направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, общий профиль		

	но(зачтено)	программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации
Компетенции не сформированы	неудовлетворительно (не зачтено)	Студент не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач

11. Материально-техническая база

Аудитория вместимостью не менее 20 человек для лекционных и практических занятий, компьютеры с установленным программным обеспечением Maple, а также оснащенный современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации (проектор), получения и передачи электронных документов.