



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Ефремов Е.Л.

(Ф.И.О.)

« 28 » декабря 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента математики

(подпись)

Заболотский В.С.

(Ф.И.О.)

« 28 » декабря 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Специальные функции гипергеометрического типа
Направление подготовки 01.04.01 Математика
Математика и моделирование сложных систем
Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3

лекции 18 час.

практические занятия 32 час.

лабораторные работы 00 час.

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. 6 / лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 50 час.

в том числе с использованием МАО 6 час.

самостоятельная работа 58 час.

в том числе на подготовку к экзамену - час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 3 семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 01.04.01 Математика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 октября 2018 г. № 12.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента математики
протокол № 6 от « 28 » декабря 2021 г.

Директор департамента Заболотский В.С.

Составитель к.ф.-м.н. Прилепкина Е.Г.

Владивосток

2021

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Специальные функции гипергеометрического типа» предназначена для магистрантов 2 курса магистратуры 01.04.01 Математика, магистерской программы «Математика и моделирование сложных систем».

Дисциплина «Специальные функции гипергеометрического типа» входит в блок дисциплин по выбору части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.01), реализуется на 2 курсе, в 3 семестре, завершается зачётом. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 З.Е. (108 час.). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 час.), практические занятия (32 час.), самостоятельная работа (58 час.).

Язык реализации – русский.

Цель: подготовить к самостоятельному осуществлению научно-исследовательской деятельности в области вещественного, комплексного и функционального анализа.

Задачи:

- Познакомить с основными специальными функциями гипергеометрического типа и областями их применения.
- Изучить методы исследования свойств специальных функций. Познакомить с открытыми проблемами в данной области знаний.
- Выработать у обучающихся необходимые для формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций знания, умения и навыки.

Для успешного изучения дисциплины «Специальные функции гипергеометрического типа» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- знает основные положения курсов математического анализа и теории функций комплексного переменного
- владеет навыками решения стандартных задач математического анализа и теории функций комплексного переменного
- умеет самостоятельно проводить поиск научной и учебной информации, готовить презентации, аргументировано отстаивать собственную позицию

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются профессиональные компетенции.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	ПК-1 Способен к интенсивной научно-исследовательской работе	ПК-1.1 Ставит задачи, выбирает и применяет современные методы решения научных задач по тематике научных исследований, оценивает значимость получаемых результатов
		ПК-1.2 Критически анализирует и оценивает современные достижения и результаты деятельности по решению исследовательских и практических задач
		ПК-1.3 Принимает участие и выступает на научно-тематических конференциях
	ПК-2 Способен к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом	ПК-2.1 Использует методы современной математики и моделирования при решении теоретических и прикладных задач
		ПК-2.2 Осуществляет организационное управление научно-исследовательскими и научно-производственными работами, научным коллективом
		ПК-2.3 Готовит научные публикации и выступления на научных семинарах

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1 Ставит задачи, выбирает и применяет современные методы решения научных задач по тематике научных исследований, оценивает значимость получаемых результатов	Знает основные тенденции развития науки и открытые задачи в области специальных функций
	Умеет решать в терминах специальных функций избранные задачи математического анализа
	Владеет навыками применения специальных функций в решении задач математического анализа
ПК-1.2 Критически анализирует и оценивает современные достижения и результаты деятельности по решению исследовательских и практических задач	Знает основные виды специальных функций гипергеометрического типа и области их применения
	Умеет анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач области специальных функций
	Владеет навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач
ПК-1.3 Принимает участие и выступает на научно-тематических конференциях	Знает методы и технологии научной коммуникации в области комплексного и функционального анализа на государственном и иностранном языках
	Умеет формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по решению открытых задач в области комплексного и функционального анализ
	Владеет навыками выступления на научно-тематических конференциях и методами подготовки презентаций и тезисов доклада
ПК-2.1 Использует методы современной математики и моделирования при решении теоретических и прикладных задач	Знает методы, применяемые при исследовании свойств специальных функций
	Умеет оценивать актуальность и новизну исследований в области теории специальных функций
	Владеет навыками применения методов математического

	анализа при решении задач в области специальных функций
ПК-2.2 Осуществляет организационное управление научно-исследовательскими и научно-производственными работами, научным коллективом	Знает методы и технологии научно-исследования
	Умеет самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность
	Владеет навыками проведения научно-исследовательской деятельности
ПК-2.3 Готовит научные публикации и выступления на научных семинарах	Знает избранные работы российских и зарубежных исследователей по теории гипергеометрических функций
	Умеет генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач в области вещественного, комплексного и функционального анализа
	Владеет методами подготовки научных публикаций и выступлений на научных семинарах:

2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы (108 академических часов). Форма обучения – очная.

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Пр	Лаб	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Функции Эйлера и родственные им функции	3	8	16		30		Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3), Контрольно-расчетная работа (ПР-12)
2	Раздел 2. Функции гипергеометрического типа	3	10	16		28		Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3), Контрольно-

								расчетная работа (ПР-12)
		Итого:	18	32		58		

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (18 часов)

Раздел 1. ФУНКЦИИ ЭЙЛЕРА И РОДСТВЕННЫЕ ИМ ФУНКЦИИ (8 часов)

Тема 1. Определение и основные свойства гамма функции (2 часа)

Определение гамма функции интегралом, основное рекуррентное тождество, формула отражения Эйлера, формула умножения Гаусса

Тема 2. Бета-функция (2 часа)

Интегральное определение бета-функции, формула представления через гамма функцию, некоторые интегралы, выражающиеся через бета-функцию, связь с теорией вероятностей

Тема 3. Полигамма функции (2 часа)

Логарифмическая производная гамма функции, интегральное представление Гаусса, логарифмическая выпуклость гамма функции, асимптотическая формула Стирлинга

Тема 4. Функции, связанные с функциями Эйлера. (2 часа)

Дзета функции Римана и Гурвица, средние Дирихле и объем многомерного эллипсоида, полиномы Бернулли и Эйлера, интеграл Селберга

РАЗДЕЛ 2. ФУНКЦИИ ГИПЕРГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ТИПА (10 часов)

Тема 1. Определение и основные свойства функции Гаусса (2 часа)

Гипергеометрические ряды, область сходимости, формулы дифференцирования, выражение элементарных функций через гипергеометрические. Интегральное представление Эйлера, преобразования Эйлера и Пфаффа, формулы суммирования Гаусса и Чу-Вандермонда, соотношения смежности

Тема 2. Гипергеометрическое дифференциальное уравнение (2 часа)

Общие сведения об уравнениях с тремя регулярными особыми точками, фундаментальные системы решений в окрестности особых точек, схема Римана, формулы связей для гипергеометрической функции Гаусса.

Тема 3. Понятие об интегралах Меллина-Барнса (2 часа)

Различные формы Леммы Жордана, выражение экспоненты через контурный интеграл, представление гипергеометрической функции Гаусса интегралом Меллина-Барнса, лемма Барнса.

Тема 4. Определение и основные свойства обобщенного гипергеометрического ряда (2 часа)

Обобщенный гипергеометрический ряд, область сходимости, формулы дифференцирования, операция вырождения, кратное представление Эйлера. Функция Майера. Связь между обобщенной гипергеометрической функцией и функцией Майера.

Тема 5. Гипергеометрические тождества и формулы преобразований. Проблемная лекция (2 часа).

Формулы Заальшюца. Сбалансированные и о точно сбалансированные ряды. Формулы Уиппла, Уатсона и Диксона. Формулы преобразований Томэ для функции Томэ. Преобразование Куммера для вырожденной гипергеометрической функции. Обобщенные гипергеометрические функции типа IPD .

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия (32 часа)

Занятие 1 (2 часа). Определение гамма функции интегралом, основное рекуррентное тождество, формула отражения Эйлера, формула умножения Гаусса

Занятие 2 (2 часа). Интегральное определение бета-функции, формула представления через гамма функцию, некоторые интегралы, выражающиеся через бета-функцию,

Занятие 3 (2 часа). Логарифмическая производная гамма функции, интегральное представление Гаусса.

Занятие 4 (2 часа). Логарифмическая выпуклость гамма функции, асимптотическая формула Стирлинга

Занятие 5 (2 часа). Дзета функции Римана и Гурвица, средние Дирихле и объем многомерного эллипсоида

Занятие 6 (2 часа). Обобщенные полиномы Бернулли.

Занятие 7 (2 часа). Гипергеометрические ряды, область сходимости, формулы дифференцирования, выражение элементарных функций через гипергеометрические.

Занятие 8 (2 часа). Интегральное представление Эйлера, преобразования Эйлера и Пфаффа,

Занятие 9 (2 часа). Формулы суммирования Гаусса и Чу-Вандермонда, соотношения смежности

Занятие 10 (2 часа). Контрольная работа

Занятие 11 (2 часа). Гипергеометрическое дифференциальное уравнение.

Формулы связей для гипергеометрической функции Гаусса.

Занятие 12 (2 часа) Представление гипергеометрической функции Гаусса интегралом Меллина-Барса, лемма Барнса.

Занятие 13 (2 часа). Обобщенный гипергеометрический ряд, область сходимости, формулы дифференцирования, операция вырождения, кратное представление Эйлера.

Занятие 14 (2 часа). Функция Майера. Связь между обобщенной гипергеометрической функцией и функцией Майера.

Занятие 15 (2 часа). Гипергеометрические функции типа IPD . Формулы преобразований и суммирования. Бета интеграл метод.

Занятие 16 (2 часа). Контрольная работа.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Подготовка к практическим занятиям	10 часов	Работа на практических занятиях (УО-1)
2	В течение семестра	Изучение материалов лекций и дополнительной литературы	10 часов	Работа на практических занятиях (УО-1)
3	8 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы №	10 часов	Собеседование (УО-1), Презентация (УО-3)

		1		
4	9 неделя семестра	Подготовка к контрольной работе 1	9 часов	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)
5	13-15 неделя семестра	Выполнение самостоятельной работы № 2	10 часов	Собеседование (УО-1), Презентация (УО-3)
6	16 неделя семестра	Подготовка к контрольной работе 2	9 часов	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)
Итого:			58 часов	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратите внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Работа с литературой.

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии

или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Тезисы – это основные положения научного труда, статьи или другого произведения, а возможно, и устного выступления; они несут в себе больший объем информации, нежели план. Простые тезисы лаконичны по форме; сложные – помимо главной авторской мысли содержат краткое ее обоснование и доказательства, придающие тезисам более весомый и убедительный характер. Тезисы прочитанного позволяют глубже раскрыть его содержание; обучаясь излагать суть прочитанного в тезисной форме, вы сумеете выделять из множества мыслей авторов самые главные и ценные и делать обобщения.

Конспект – это способ самостоятельно изложить содержание книги или статьи в логической последовательности. Конспектируя какой-либо источник, надо стремиться к тому, чтобы немногими словами сказать о многом. В тексте конспекта желательно поместить не только выводы или положения, но и их аргументированные доказательства (факты, цифры, цитаты).

Писать конспект можно и по мере изучения произведения, например, если прорабатывается монография или несколько журнальных статей.

Составляя тезисы или конспект, всегда делайте ссылки на страницы, с которых вы взяли конспектируемое положение или факт, – это поможет вам сократить время на поиск нужного места в книге, если возникает потребность глубже разобраться с излагаемым вопросом или что-то уточнить при написании письменных работ.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки

Самостоятельная работа №1. От обучающегося требуется:

1. Знать основные теоретические положения раздела 1 (Функции Эйлера и родственные им функции)

2. Уметь решать практические задачи по темам раздела 1 (в частности, вычислять интегралы в терминах функций Эйлера, владеть приемами вывода функциональных уравнений для некоторых специальных функций и выводить следствия таких уравнений, уметь пользоваться асимптотической формулой Стирлинга и исследовать на сходимость ряды с участием гамма функций, знать основные свойства многочленов Бернулли)

Собеседование (УО-1) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

По самостоятельной работе готовится презентация (УО-3).

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 2-х ошибок или неточностей. В оценке презентации учитывается полнота изложения материала, связность и последовательность изложения.

Критерии оценки.

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, методами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Презентация характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки.
«не зачтено»	Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Студент не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы, не владеет навыком реферировать литературные источники.

Самостоятельная работа №2 . От обучающегося требуется:

1. Знать основные теоретические положения раздела 2 (Функции гипергеометрического типа)
2. Уметь решать практические задачи по темам раздела 2 (в частности, уметь представлять элементарные функции в виде гипергеометрических функций, владеть приемами вывода формул суммирования и преобразования, уметь находить преобразование Меллина от G-функции Майера, работать с

гипергеометрическим дифференциальным уравнением, вычислять некоторые интегралы с участием специальных функций гипергеометрического типа)

Собеседование (УО-1) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Опрос – важнейшее средство развития мышления и речи. Обучающая функция опроса состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке задания по самостоятельной работе.

По самостоятельной работе готовится презентация (УО-3). Презентация / сообщение (УО-3) – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Критерии оценки. Используется зачетная система. Во время опроса допускается не более 2-х ошибок или неточностей. В оценке презентации учитывается полнота изложения материала, связность и последовательность изложения.

Критерии оценки.

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, методами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Презентация характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки.
«не зачтено»	Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Студент не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы, не владеет навыком реферировать литературные источники.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Функции Эйлера и родственные им функции	ПК-1.1 Ставит задачи, выбирает и применяет современные методы решения научных задач по тематике научных исследований, оценивает значимость получаемых результатов	Знает основные тенденции развития науки и открытые задачи в области специальных функций	Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3),	Самостоятельная работа 1, контрольная работа 1
			Умеет решать в терминах специальных функций избранные задачи математического анализа	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
			Владеет навыками применения специальных функций в решении задач математического анализа	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
		ПК-1.2 Критически анализирует и оценивает современные достижения и результаты деятельности по решению исследовательских и практических задач	Знает основные виды специальных функций гипергеометрического типа и области их применения	Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3),	Самостоятельная работа 1, контрольная работа 1
			Умеет анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач области специальных функций	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
			Владеет навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
		ПК-1.3 Принимает участие и выступает на научно-тематических конференциях	Знает методы и технологии научной коммуникации в области комплексного и функционального анализа на государственном и иностранном языках	Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3),	Самостоятельная работа 1, контрольная работа 1
			Умеет формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по решению открытых задач в области комплексного и функционального анализ	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	

			Владеет навыками выступления на научно-тематических конференциях и методами подготовки презентаций и тезисов доклада	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
		ПК-2.1 Использует методы современной математики и моделирования при решении теоретических и прикладных задач	Знает методы, применяемые при исследовании свойств специальных функций	Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3),	Самостоятельная работа 1, контрольная работа 1
			Умеет оценивать актуальность и новизну исследований в области теории специальных функций	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
			Владеет навыками применения методов математического анализа при решении задач в области специальных функций	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
		ПК-2.2 Осуществляет организационное управление научно-исследовательскими и научно-производственными работами, научным коллективом	Знает методы и технологии научного исследования	Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3),	Самостоятельная работа 1, контрольная работа 1
			Умеет самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
			Владеет навыками проведения научно-исследовательской деятельности	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
		ПК-2.3 Готовит научные публикации и выступления на научных семинарах	Знает избранные работы российских и зарубежных исследователей по теории гипергеометрических функций	Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3),	Самостоятельная работа 1, контрольная работа 1
			Умеет генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач в области вещественного, комплексного и функционального анализа	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
			Владеет методами подготовки научных публикаций и выступлений на научных семинарах:	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
2	Раздел 2. Функции гипергеометрического типа	ПК-1.1 Ставит задачи, выбирает и применяет современные методы решения	Знает основные тенденции развития науки и открытые задачи в области специальных функций	Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3),	Самостоятельная работа 2, контрольная работа 2

		научных задач по тематике научных исследований, оценивает значимость получаемых результатов	Умеет решать в терминах специальных функций избранные задачи математического анализа	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
			Владеет навыками применения специальных функций в решении задач математического анализа	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
	ПК-1.2 Критически анализирует и оценивает современные достижения и результаты деятельности по решению исследовательских и практических задач		Знает основные виды специальных функций гипергеометрического типа и области их применения	Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3),	Самостоятельная работа 2, контрольная работа 2
			Умеет анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач области специальных функций	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
			Владеет навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
	ПК-1.3 Принимает участие и выступает на научно-тематических конференциях		Знает методы и технологии научной коммуникации в области комплексного и функционального анализа на государственном и иностранном языках	Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3),	Самостоятельная работа 2, контрольная работа 2
			Умеет формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по решению открытых задач в области комплексного и функционального анализ	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
			Владеет навыками выступления на научно-тематических конференциях и методами подготовки презентаций и тезисов доклада	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
	ПК-2.1 Использует методы современной математики и моделирования при решении		Знает методы, применяемые при исследовании свойств специальных функций	Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3),	Самостоятельная работа 2, контрольная работа 2
			Умеет оценивать актуальность и новизну исследований в области теории специальных функций	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	

	теоретических и прикладных задач	Владеет навыками применения методов математического анализа при решении задач в области специальных функций	Контрольно-расчетная работа (ПР-12)	
	ПК-2.2 Осуществляет организационное управление научно-исследовательскими и научно-производственными работами, научным коллективом	Знает методы и технологии научного исследования	Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3),	Самостоятельная работа 2, контрольная работа 2
Умеет самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность		Контрольно-расчетная работа (ПР-12)		
Владеет навыками проведения научно-исследовательской деятельности		Контрольно-расчетная работа (ПР-12)		
	ПК-2.3 Готовит научные публикации и выступления на научных семинарах	Знает избранные работы российских и зарубежных исследователей по теории гипергеометрических функций	Собеседование (УО-1) Презентация (УО-3),	Самостоятельная работа 2, контрольная работа 2
Умеет генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач в области вещественного, комплексного и функционального анализа		Контрольно-расчетная работа (ПР-12)		
Владеет методами подготовки научных публикаций и выступлений на научных семинарах:		Контрольно-расчетная работа (ПР-12)		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Аски Р., Рой Р., Эндрюс Дж. Специальные функции-МЦНМО, 2013. Режим доступа: <https://www.rulit.me/books/specialnye-funkcii-download-460808.html>

2. Лебедев Н.Н. Специальные функции и их приложения, М.:Лань, 2010. - 368с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=550, http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Lan:/usr/vtls/ChamoHome/visualizer/data_lan/data_lan+%285393%29.xml&theme=FEFU

3. Аполлонский С.М. Дифференциальные уравнения математической физики в электротехнике. Глава 15. Специальные функции в уравнениях математической физики. / С. М. Аполлонский. 2012. – Питер. 352 с. Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:672227&theme=FEFU>

Дополнительная литература

1. Люк, Ю. Л. Специальные математические функции и их аппроксимации : [справочник] / Ю. Люк ; пер. с англ. Г. П. Бабенко, Москва: Мир, 1980 - 608с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:42924&theme=FEFU>

2. Олвер, Ф. Асимптотика и специальные функции/Ф. Олвер; пер. с англ. Ю. А. Брычкова. Москва: Наука, 1990 -528с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:28004&theme=FEFU>

3. Никифоров А.Ф., Уваров В.Б. Специальные функции математической физики: учебное пособие / А. Ф. Никифоров, В. Б. Уваров. Москва: Наука, 1984, 2-е изд., перераб. и доп.- 344с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:388975&theme=FEFU>

4. Романовский, П. И. Ряды Фурье. Теория поля. Аналитические и специальные функции. Преобразование Лапласа : учебное пособие для вузов / П. И. Романовский. Москва: Наука, 1980 - 336с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:42760&theme=FEFU>

5. Уиттекер Э. Т., Ватсон Дж. Н. Курс современного анализа : пер. с англ. в 2 ч. : ч. 1 / Э. Т. Уиттекер, Дж. Н. Ватсон. Москва: Едиториал УРСС, 2002, Изд. 3-е стереотипное, 515с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:1130&theme=FEFU>

6. Прудников А.П., Брычков Ю.А., Маричев О.И. Интегралы и ряды. Том 2. Специальные функции, М: Физматлит, 2003, 2-е изд. 664, Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2286,
http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Lan:/usr/vtls/ChamoHome/visualizer/data_lan/data_lan+%281967%29.xml&theme=FEFU
7. Брычков, Ю. А. Специальные функции, производные, интегралы, ряды и другие формулы: справочник / Ю. А. Брычков. Москва: Физматлит, 2006. - 509 с. Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:253090&theme=FEFU>
8. Виленкин Н. Я. Специальные функции и теория представлений групп, Москва: Наука, 1991, 576с. Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:36046&theme=FEFU>
9. Славянов С., Лай В. [Специальные функции: единая теория, основанная на анализе особенностей](#), СПб.: Невский Диалект, 2002. - 312 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:406367&theme=FEFU>
10. Арсенин, В. Я. Методы математической физики и специальные функции : учебное пособие для студентов втузов /В. Я. Арсенин. Москва: Наука, 1984, Изд. 2-е, перераб. и доп. - 384с. Режим доступа:
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:245556&theme=FEFU>
11. Арсенин, В. Я. Математическая физика. Основные уравнения и специальные функции, /В. Я. Арсенин. Москва: Наука, 1966. - 367с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:94198&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. NIST Digital Library of Mathematical Functions, <https://dlmf.nist.gov/>
2. Сайт <https://dmkrp.wordpress.com/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Система компьютерной алгебры <https://www.wolfram.com/mathematica/>
2. Онлайн система набора математических текстов в LaTeX

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Практические занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам

необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
D820 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (36 п.м.)	Мультимедийное оборудование: Экран проекционный ScreenLineTrim White Ice 50 см черная кайма сверху, размер рабочей области 236x147 см Документ-камера Avervision CP355AF ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA Мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 Сетевая видеочамера Multipix MP-HD718.	
D732 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего	Мультимедийное оборудование: Экран проекционный ProjectaElproLarge Electron, 300x173 см, размер рабочей области 290x163 Документ-камера	

контроля и промежуточной аттестации (45 п.м.)	Avervision CP 355 AF Мультимедийный проектор, Mitsubishi FD630U, 4000 ANSI Lumen, 1920x1080 Сетевая видеокамера Multipix MP-HD718 ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA ЖК-панель 42", Full HD, LG M4214 CCBA.	
---	---	--

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Специальные функции гипергеометрического типа» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)
2. Презентация / сообщение (УО-3)

Письменные работы:

1. Контрольно-расчетная работа (ПР-12)

Устный опрос

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Презентация / сообщение (УО-3) – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по

представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

Контрольно-расчетная работа (ПР-12) – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Специальные функции гипергеометрического типа» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачёт (3-й, осенний семестр). Зачет по дисциплине выставляется при наличии зачетов по лабораторным работам 1,2 и контрольным работам 1,2. При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено», которая вносится в экзаменационную ведомость. При неявке студента на зачёт в ведомости делается запись «не явился».

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, презентации, эссе, лабораторных работ, контрольно-расчетных работ, творческого задания) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Вопросы для собеседования / устного опроса

Самостоятельная работа 1.

1. Определение гамма функции интегралом
2. Основное рекуррентное тождество
3. Формула отражения Эйлера
4. Формула умножения Гаусса
5. Интегральное определение бета-функции, Формула представления через гамма функцию,
6. Некоторые интегралы, выражающиеся через бета-функцию
7. Связь бета-функции с теорией вероятностей
8. Логарифмическая производная гамма функции
9. Интегральное представление Гаусса
10. Логарифмическая выпуклость гамма функции
11. Асимптотическая формула Стирлинга
12. Дзета функции Римана и Гурвица
13. Средние Дирихле
14. Объем многомерного эллипсоида
15. Полиномы Бернулли и Эйлера
16. Интеграл Селберга

Самостоятельная работа 2.

1. Гипергеометрические ряды, область сходимости, формулы дифференцирования.
2. Выражение элементарных функций через гипергеометрические.

3. Интегральное представление Эйлера
4. Преобразования Эйлера и Пфаффа
5. Формулы суммирования Гаусса и Чу-Вандермонда
6. Соотношения смежности
7. Общие сведения об уравнениях с тремя регулярными особыми точками, фундаментальные системы решений в окрестности особых точек
8. Формулы связей для гипергеометрической функции Гаусса.
9. Различные формы Леммы Жордана
10. Выражение экспоненты через контурный интеграл
11. Представление гипергеометрической функции Гаусса интегралом Меллина-Барса
12. Лемма Барнса.
- 13.Обобщенный гипергеометрический ряд, область сходимости,
14. Формулы дифференцирования, операция вырождения, кратное представление Эйлера.
15. Функция Майера. Связь между обобщенной гипергеометрической функцией и функцией Майера.
16. Формулы Заальшюца.
- 17.Сбалансированные и точно сбалансированные ряды.
- 18.Формулы Уиппла, Уатсона и Диксона.
- 19.Формулы преобразований Томэ для функции Томэ.
20. Преобразование Куммера для вырожденной гипергеометрической функции.
- 21.Обобщенные гипергеометрические функции типа IPD .
- 22.Бета-интеграл метод и его обобщения

Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет

	самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

Тематика контрольно-расчетных работ

- 1. Контрольная №1.** Решение задач по темам раздела 1 (в частности, уметь вычислять интегралы в терминах функций Эйлера, владеть приемами вывода функциональных уравнений для некоторых специальных функций и выводить следствия таких уравнений, уметь пользоваться асимптотической формулой Стирлинга и исследовать на сходимость ряды с участием гамма функций, знать основные свойства многочленов Бернулли)
- 2. Контрольная №2.** Решение задач по темам раздела 2 (в частности, уметь представлять элементарные функции в виде гипергеометрических функций, владеть приемами вывода формул суммирования и преобразования, уметь находить преобразование Меллина от G-функции Майера, работать с гипергеометрическим дифференциальным уравнением, вычислять некоторые интегралы с участием специальных функций гипергеометрического типа)

Критерии оценки контрольно-расчетных работ

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент выполнил контрольно-расчетную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности этапов проведения работы. Допускаются некоторые неточности и арифметические ошибки, не влияющие на логику проведения исследования
«не зачтено»	Студент выполнил работу не полностью, объем выполненной части не позволяет оценить знания по всем разделам темы; в ходе работы допускает грубые ошибки, которые не может исправить. Контрольно-расчетная работа не выполнена.