

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра высшей математики и теоретической механики

Рабочая программа по дисциплине

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ МАТЕМАТИКИ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению
подготовки

05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Моделирование атмосферных процессов


Квалификация:

Магистр

Форма обучения

Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Моделирование атмосферных
процессов»

 Анискина О.Г.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
22 10 2019 г., протокол № 2

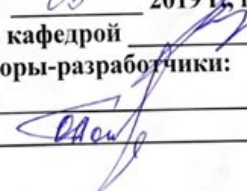
Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

21 05 2019 г., протокол № 10

Зав. кафедрой

Авторы-разработчики:

Егоров А.Д.

 Покровский О.М.

Санкт-Петербург 2019

Составили: Егоров А.Д. – профессор кафедры высшей математики и теоретической механики РГГМУ

Покровский О.М. – профессор кафедры высшей математики и теоретической механики РГГМУ

Рецензент: Потапова И.А. – д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры физики РГГМУ

© А.Д. Егоров, 2019.
© О.М. Покровский, 2019.

© РГГМУ, 2019.

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины «Дополнительные главы математики» является подготовка магистров, владеющих знаниями в объеме, необходимом для изучения специальных дисциплин.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Дополнительные главы математики» для направления подготовки 05.03.05 - Прикладная метеорология относится к дисциплинам базовой части.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика (Теория вероятностей и математическая статистика)», «Вычислительная математика».

Параллельно с дисциплиной «Дополнительные главы математики» изучается дисциплина «Долгосрочные прогнозы погоды».

Дисциплина «Дополнительные главы математики» является базовой для освоения дисциплины «Прогноз стихийных бедствий».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОК-3	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-3	Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Дополнительные главы математики» обучающийся должен:

Знать:

- основные понятия дисциплины «Дополнительные главы математики»;
- основные методы дисциплины «Дополнительные главы математики»;
- основные компьютерные средства для применения дисциплины «Дополнительные главы математики» к решению практических задач;

Уметь:

- решать практические задачи математическими методами;

Владеть:

- перспективными математическими методами и компьютерными программами решения практических задач.

Основные признаки обнаружения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Дополнительные главы математики» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании дисциплины «Дополнительные главы математики»	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой дисциплины «Дополнительные главы математики»	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой дисциплины «Дополнительные главы математики»	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала дисциплины «Дополнительные главы математики»
	не умеет	не выделяет основные идеи дисциплины «Дополнительные главы математики»	Способен показать основную идею в развитии дисциплины «Дополнительные главы математики»	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами дисциплины «Дополнительные главы математики»	Может соотнести основные идеи с современными проблемами дисциплины «Дополнительные главы математики»
	не знает	допускает грубые ошибки в дисциплине «Дополнительные главы математики»	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в специфике дисциплины «Дополнительные главы математики»	Понимает специфику основных рабочих категорий дисциплины «Дополнительные главы математики»	Способен выделить характерный авторский подход дисциплины «Дополнительные главы математики»
Базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании дисциплины «Дополнительные главы математики»	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал дисциплины «Дополнительные главы математики»	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций дисциплины «Дополнительные главы математики»	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал дисциплины «Дополнительные главы математики»
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем дисциплины «Дополнительные главы математики»	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее в рамках дисциплины «Дополнительные главы математики»	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой к дисциплине «Дополнительные главы математики»	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике дисциплины «Дополнительные главы математики»

	не знает	допускает много ошибок в рамках дисциплины «Дополнительные главы математики»	Может изложить основные рабочие категории дисциплины «Дополнительные главы математики»	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области дисциплины «Дополнительные главы математики»	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области дисциплины «Дополнительные главы математики»
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании дисциплины «Дополнительные главы математики»	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой дисциплины «Дополнительные главы математики»	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению в рамках дисциплины «Дополнительные главы математики»	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области дисциплины «Дополнительные главы математики»
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии дисциплины «Дополнительные главы математики»	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания в рамках дисциплины «Дополнительные главы математики»	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа дисциплины «Дополнительные главы математики»	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области дисциплины «Дополнительные главы математики»
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа дисциплины «Дополнительные главы математики»	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа дисциплины «Дополнительные главы математики»	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить в рамках дисциплины «Дополнительные главы математики»	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа дисциплины «Дополнительные главы математики»

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов.

*Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий
в академических часах)¹*

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения 2019 г. набора
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная² работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего³:	42
в том числе:	
Лекции	14
практические занятия	28
семинарские занятия	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	66
в том числе:	
курсовая работа	-
контрольная работа	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	экзамен

4.1. Структура дисциплины

¹ Комментарий из Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ № 1367 Минобрнауки РФ от 19.12.2013 г.): п. 52) учебные занятия по образовательным программам проводятся в форме контактной работы обучающихся с преподавателем и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Для контактной работы и самостоятельной работы указываются часы из учебного плана, предусматривающие соответствующую учебную деятельность.

² Виды учебных занятий, в т.ч. формы контактной работы см. в пп. 53, 54 Приказа 1367 Минобрнауки РФ от 19.12.2013 г.

³ Количество часов определяется только занятиями рабочего учебного плана.

Очная форма обучения
2019 г. набора

№ п/п	Раздел и тема Дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Практич.	Самост. работа		
1	Дополнительные главы математики	1	14	28	66	16	ОК-1 ОК-3 ОПК-3
	ИТОГО		14	28	66	16	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Название раздела

Дополнительные главы математики

Содержание раздела:

- Дополнительные главы математического анализа.

Функции случайных величин и перенос ошибок. Функции одной переменной и функции многих переменных. Матрица ошибок (ковариационная матрица). Общая формула переноса ошибок в линейном приближении для нелинейных функций. Формула переноса ошибок для независимых переменных. Линейные функции. Взвешенные ошибки, выбор весовых коэффициентов.

- Дополнительные главы математической физики

Понятие чувствительности к ошибкам. Случайные и систематические погрешности наблюдений. Подходы к решению сложных проблем, включающих математически некорректные задачи, новые идеи. Томография среды как пример сложной проблемы использования информационных метеорологических систем. Применение методов регуляризации для решения математически некорректных задач. Методы оптимального планирования эксперимента применительно к системам наблюдений.

- Дополнительные главы математической статистики.

Анализ регрессий. Аппроксимация полиномами. Остаточная сумма квадратов. Линейная регрессия. Эффективные оценки. Различные подходы к минимизации ошибок. Наименьшие квадраты, минимум дисперсии и теорема Гаусса – Маркова.

Выборочный коэффициент линейной регрессии. Коэффициент ковариации и корреляции, дисперсия, взвешенная дисперсия коэффициента линейной регрессии и их связь. Понятие тренда, оценки значимости тренда.

Дополнительные главы вычислительной математики

Интерполяция функций. Понятие шума. Сглаживание. Интерполяционные многочлены при наличии случайных ошибок в значениях функции. Длина фильтра. Фильтрация и моделирование шума.

Решение прямой задачи для заданной модели среды и обратной задачи с учетом шума с целью исследования чувствительности к ошибкам информационных метеорологических систем.

Итерационные решения интегральных уравнений на примере проблемы томографии среды. Устойчивость процесса. Решения в виде разложения в ряд.

Нисходящие, восходящие и центральные разности. Центральные средние. Оператор смещения. Разностные

операторы, оператор усреднения. Разностные уравнения и их решения. Линейные разностные уравнения. Нелинейные разностные уравнения. Равноотстоящие точки и несимметричные схемы. Ошибка усечения. Контроль величины шага.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	Дополнительные главы математики	Дополнительные главы математического анализа. Дополнительные главы математической физики. Дополнительные главы математической статистики. Дополнительные главы вычислительной математики	активная и интерактивная	ОК-1 ОК-3 ОПК-3

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

Письменный контроль.

а). Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

Задание:

1. Определить весовые множители, используя формулу переноса ошибок.
2. Выполнить дифференцирование, используя формулу Эйлера.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

1. Выполнить дифференцирование, используя ТФКП.
2. Выполнить интегрирование, используя ТФКП.
3. Выполнить численное дифференцирование без остаточного члена.

5.3. Промежуточный контроль: экзамен

Перечень вопросов к экзамену

1. Функции случайных величин и перенос ошибок.
2. Функции одной переменной и функции многих переменных.
3. Матрица ошибок (ковариационная матрица).
4. Общая формула переноса ошибок в линейном приближении для нелинейных функций.
5. Формула переноса ошибок для независимых переменных.
6. Линейные функции.
7. Взвешенные ошибки, выбор весовых коэффициентов.
8. Понятие чувствительности к ошибкам.
9. Подходы к решению сложных проблем, включающих математически некорректные задачи, новые идеи.
10. Томография среды как пример сложной проблемы использования информационных метеорологических систем.
11. Применение физико-математических аппроксимаций для устранения математически некорректных задач.
12. Анализ регрессий.

13. Аппроксимация полиномами.
14. Остаточная сумма квадратов.
15. Линейная регрессия.
16. Эффективные оценки.
17. Различные подходы к минимизации ошибок.
18. Наименьшие квадраты, минимум дисперсии и теорема Гаусса – Маркова.
19. Выборочный коэффициент линейной регрессии.
20. Коэффициент линейной корреляции, взвешенная дисперсия коэффициента линейной регрессии и их связь.
21. Понятие шума. Белый и цветной шум.
22. Сглаживание. Фильтрация и моделирование шума.
23. Интерполяция функций.
24. Интерполяционные многочлены при наличии случайных ошибок в значениях функции.
25. Длина фильтра.
26. Постановка и решение обратных задач дистанционного зондирования атмосферы.
27. Решение прямой задачи для заданной модели среды и обратной задачи с учетом шума с целью исследования чувствительности к ошибкам информационных метеорологических систем.
28. Проблема оптимального планирования информационных метеорологических систем.
29. Итерационные решения интегральных уравнений на примере проблемы томографии среды.
30. Устойчивость процесса.
31. Решения в виде разложения в ряд.
32. Дополнительные главы вычислительной математики
33. Нисходящие, восходящие и центральные разности.
34. Центральные средние.
35. Оператор смещения.
36. Разностные операторы, оператор усреднения.
37. Разностные уравнения и их решения.
38. Линейные разностные уравнения.
39. Нелинейные разностные уравнения.
40. Равноотстоящие точки и несимметричные схемы.
41. Ошибка усечения.
42. Контроль величины шага.

Образцы тестов, заданий к зачету, билетов, тестов, заданий к экзамену

1. Определение случайной величины.
2. Численное интегрирование методом Гаусса.
3. Правило трех сигм
4. Связь функции распределения и плотности распределения

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. *Гмурман В.Е.* Теория вероятностей и математической статистики: учебное пособие – М: ИД Юрайт, 2011 – 479 с.
2. *Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М.* Числовые расчеты в EXCEL. СПб, Изд. «Лань», 2014, 608с.
3. *Амосов А.А. Дубинский Ю.А, Копченова Н.В.* Вычислительные методы. - СПб, Изд. «Лань», 2014, 672с.

б) дополнительная литература:

1. *Демидович Б.П., Марон И.А.* Основы вычислительной математики. - СПб, Изд. «Лань», 2009, 672с.
2. *Марчук Г.И.* Методы вычислительной математики. - СПб, Изд. «Лань», 2009, 608с.
3. *Самарский А.А.* Введение в численные методы. – СПб, Изд. «Лань», 2009, 288с.
4. *Боровков А.А.* Математическая статистика - СПб, Изд. «Лань», 2009, 704 с.

5. Егоров А.Д. Альтернативные направления интерпретации лидарной информации. Изд. ГГО, СПб, 1993. – 81с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Егоров А.Д., Потапова И.А., Ржонсницкая Ю.Б. Интерпретация лидарной информации об атмосферном аэрозоле - Palmarium Academic publishing, 2014, 105 с.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	<p>Написать конспект лекций. Кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения. Помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Использовать комплект лекций, размещенный на сайте moodle.rshu.ru.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом (семинарском) занятии.</p>
Практические занятия	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников.</p> <p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом. Решение тестовых заданий, решение задач и другие виды работ.</p> <p>Решение индивидуальных вычислительных заданий с использованием стандартных и составленных студентами компьютерных программ</p>
Индивидуальные задания (подготовка докладов, рефератов)	<p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.</p> <p>Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и другое. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме.</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.</p>

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и
--------------------------	---	-------------------------------------

		информационных справочных систем
Дополнительные главы математики	лекции-визуализации (с использованием слайд-презентаций)	программа Moodle для размещения индивидуальных заданий и результатов их выполнения студентами

вид

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерный класс (Индивидуальные технические средства студентов)
2. Мультимедийный проектор (Индивидуальные технические средства студентов)