

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра комплексного управления прибрежными зонами

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):

Морская деятельность и комплексное управление прибрежными зонами

Квалификация:

Магистр

Форма обучения

Очная/заочная

Согласовано

Руководитель ОПОП
Кафедры «Морская деятельность и комплексное
управление прибрежными зонами»

 Н.Л. Плинк

Утверждаю

Председатель УМС  И.И. Палкин

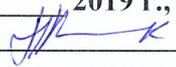
Рекомендована решением

Учебно-методического совета

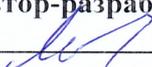
11 06 2019 г., протокол № 7

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

16 05 2019 г., протокол № 9

Зав. кафедрой  Плинк Н.Л.

Автор-разработчик:

 Белевич М.Ю.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Дополнительные главы математики» - дать студентам-гидрометеорологам представление о современных методах решения задач, возникающих в процессе математического моделирования, способах построения алгоритмов и их анализа.

Основные задачи дисциплины:

- знакомство с основными понятиями функционального анализа;
- получение представления о проекционных методах решения задач матфизики;
- рассмотрение метода конечных элементов и применение его к решению ряда модельных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Дополнительные главы математики» для направления подготовки 05.04.05 «Прикладная гидрометеорология», профиль «Инженерная гидрология и рациональное использование водных ресурсов» относится к дисциплинам базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить дисциплины в рамках базового высшего образования «Математика», «Механика жидкости и газов», «Численные методы математического моделирования» или схожие математические дисциплины.

Дисциплина «Дополнительные главы математики» читается одновременно с дисциплиной «Специальные главы «Физики атмосферы, океана и вод суши»» и является базовой для освоения дисциплины «Моделирование природных процессов». Результаты освоения дисциплины могут быть использованы при прохождении производственной практики, выполнении научно-исследовательской работы и для подготовки магистерской диссертации.

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:

- простейшие понятия функционального анализа (векторное пространство, линейный оператор, метрика, норма, сходимости, ортогональность и др.);
- основные сведения о проекционных методах решения задач матфизики;

- способы выбора базисных и пробных функций;
- способы аппроксимации функций и решений дифференциальных уравнений методом взвешенных невязок и методом конечных элементов;
- слабую форму метода взвешенных невязок.

Уметь:

- применять простейшие понятия функционального анализа при формулировке задачи и анализе алгоритмов;
- аппроксимировать функции и решения дифференциальных уравнений методом взвешенных невязок и методом конечных элементов;
- осуществлять выбор базисных и пробных функций;

Владеть:

- подходами к аппроксимации решений дифференциальных уравнений методом взвешенных невязок и методом конечных элементов.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Дополнительные главы математики» сведены в таблице 3

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Содержания компетенции	Типы навыков	Уровень освоения компетенции		
		минимальный	базовый	продвинутый
ОК-1 Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать	имеет представление о принципах абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем, включая понятия функционального анализа, свойства дифференциальных уравнений в частных производных	знает принципы абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем, включая понятия функционального анализа, свойства дифференциальных уравнений в частных производных	понимает и свободно использует принципы абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических проблем, включая понятия функционального анализа, свойства дифференциальных уравнений в частных производных
	уметь	имеет представление об использовании абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических проблем	умеет использовать абстрактное мышление, анализ и синтез в изучении гидрометеорологических проблем, формулировать корректные начально-краевые задачи	умеет и свободно применяет навыки абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических проблем, формулировать корректные начально-краевые задачи, строить конечно-разностные аппроксимации.
	владеть	имеет представление подходах к анализу и синтезу в изучении гидрометеорологических проблем методами вычислительной математики	владеет навыками абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических проблем, связанных с многомерными краевыми задачами и вычислительными граничными условиями	владеет и способен развивать собственные навыки абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических проблем, связанных с многомерными краевыми задачами и вычислительными граничными условиями, а также методами решения больших систем линейных алгебраических уравнений

ОК-3 Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	знать	знает о необходимости саморазвития, самореализации, использовании творческого потенциала для решения гидрометеорологических задач методами вычислительной математики	знает и способен к саморазвитию, самореализации и использованию творческого потенциала для решения гидрометеорологических задач методами вычислительной математики	понимает значимость саморазвития, самореализации и использования творческого потенциала в профессиональной деятельности для решения гидрометеорологических задач методами вычислительной математики
	уметь	имеет представление о возможных путях саморазвития, самореализации, использовании творческого потенциала для решения гидрометеорологических задач, в том числе математическими методами	умеет искать пути саморазвития, самореализации, использовании творческого потенциала для решения гидрометеорологических задач, в том числе математическими методами	умеет достигнуть результата путем саморазвития, самореализации, использовании творческого потенциала для решения гидрометеорологических задач путем математического анализа и численных методов.
	владеть	владеет информацией о способах самореализации, использовании творческого потенциала для решения гидрометеорологических задач	владеет методам математического анализа, навыками саморазвития, самореализации, использовании творческого потенциала для решения гидрометеорологических задач	владеет и активно применяет навыки математического анализа и вычислительной математики для саморазвития, самореализации, использовании творческого потенциала для решения гидрометеорологических задач
ОПК-3 Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ	знать	имеет представление о естественнонаучной сущности проблем, возникающих в сфере гидрометеорологии	знает естественнонаучную сущность проблем, возникающих в сфере гидрометеорологии	знает и понимает комплексность задач выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в сфере гидрометеорологии, способы разностной аппроксимации дифференциальных уравнений, оценки их точности и методы анализа устойчивости линейных разностных схем

уметь	умеет выполнять стандартный качественно-количественный анализ при решении задач в сфере гидрометеорологии	умеет выбрать метод и самостоятельно провести качественно-количественный анализ при решении задач в сфере гидрометеорологии путем решения краевой задачи	умеет выбрать метод, самостоятельно провести качественно-количественный анализ и обобщить его результаты при решении задач в сфере гидрометеорологии
владеть	имеет представление от подходах и методах качественно-количественного анализа при решении задач в сфере гидрометеорологии	владеет подходами и методами численного решения систем дифференциальных уравнений при решении задач в сфере гидрометеорологии	владеет и корректно применяет методы численного моделирования при решении задач в сфере гидрометеорологии

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетные единицы.

Объем дисциплины по видам учебных занятий (в академических часах)

Объем дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	1 семестр	1 курс
Объем дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	12
в том числе:		
лекции	14	6
практические занятия	28	6
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	66	96
в том числе:		
контрольная работа		20
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен

4.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа			
1	Общие вопросы (элементы функционального	1	6	12	24	опрос	8	ОК-1, ОК-3, ОПК-3,

	о анализа)							
2	Необходимые представления о проекционных методах	1	4	8	26	опрос	6	ОК-1, ОК-3,
3	Метод конечных элементов	1	4	8	16	опрос	4	ОК-1, ОК-3, ОПК-3,
	ИТОГО		14	28	66		18	108

Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа			
1	Общие вопросы (элементы функционального анализа)	1	2	2	32	Контрольная работа	2	ОК-1, ОК-3, ОПК-3
2	Необходимые представления о проекционных методах	1	2	2	32	Контрольная работа	2	ОК-1, ОК-3
3	Метод конечных элементов	1	2	2	32	Контрольная работа	2	ОК-1, ОК-3, ОПК-3
	ИТОГО		6	6	96		6	108

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Общие вопросы (элементы функционального анализа)

1. Отображения.

2. Векторное пространство. Базис и размерность линейного пространства.
3. Линейные операторы. Матрица линейного оператора.
4. Метрика. Норма вектора. Сходимость.
5. Гильбертово пространство.
6. Ортогонализация. Ряд Фурье.

2. Необходимые представления о проекционных методах

7. Метод взвешенных невязок
8. Аппроксимация функций
9. Аппроксимация решений дифференциальных уравнений
10. Системы дифференциальных уравнений
11. Выбор базисных и пробных функций
12. Аппроксимация и сходимость

3. Метод конечных элементов

16. Локальные и глобальные базисные и пробные функции
17. Аппроксимация функций конечными элементами
18. Слабая форма метода взвешенных невязок

4.3. Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Построение векторных пространств на множествах. Преобразования координат.	Практическое занятие (решение задач, написание и вывод формул и т.д. у доски)	ОК-1, ОК-3, ОПК-3
2	1	Построение единичной сферы. Эквивалентность норм	Практическое занятие (решение задач, написание и вывод формул и т.д. у доски)	ОК-1, ОК-3, ОПК-3
3	1	Ортогонализация Грамма-Шмидта	Практическое занятие (решение задач, написание и вывод формул и т.д. у доски)	ОК-1, ОК-3, ОПК-3
4	2	Аппроксимация функций методом взвешенных невязок	Практическое занятие (решение задач, написание и вывод формул и т.д. у доски)	ОК-1, ОК-3,
5	2	Аппроксимация решений краевой задачи методом взвешенных невязок	Практическое занятие (решение задач, написание и вывод формул и т.д. у доски)	ОК-1, ОК-3,

6	3	Выбор базисных и пробных функций. Связь локальных и глобальных базисных и пробных функций	Практическое занятие (решение задач, написание и вывод формул и т.д. у доски)	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

В рамках самостоятельной работы студенты осуществляют подготовку к практическим занятиям (в соответствии с темами занятий), а также подготовку к лекционным занятиям и проведению выборочного опроса.

Критерием оценки знаний студентов в течение семестра является умение студента оперировать знаниями, полученными в процессе изучения курса «Дополнительные главы математики» для решения конкретных задач моделирования природных процессов и систем.

Программой дисциплины в целях проверки качества усвоения материала студентами предусматривается проведение текущего контроля и промежуточной аттестации.

5.1. Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе всех видов занятий в форме проведения выборочного опроса (решение задач, написание и вывод формул и т.д. у доски), а также контрольная работа (для студентов заочной формы обучения).

а) Вопросы для текущего контроля (решение задач, написание и вывод формул и т.д. у доски):

Общие вопросы

Отображения. Векторное пространство. Базис и размерность линейного пространства. Линейные операторы. Матрица линейного оператора. Метрика. Норма вектора. Сходимость. Гильбертово пространство. Ортогонализация. Ряд Фурье.

Проекционные методы

Метод взвешенных невязок. Аппроксимация функций. Аппроксимация решений дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений. Выбор базисных и пробных функций. Аппроксимация и сходимость

Метод конечных элементов

Локальные и глобальные базисные и пробные функции. Аппроксимация функций конечными элементами. Слабая форма метода взвешенных невязок

Шкала оценивания: двухбалльная. В случае неправильного ответа, к обсуждению привлекаются другие студенты и (или) преподаватель.

Критерии оценивания	Оценка
Ответ носит фрагментарный характер и не позволяет сформировать общую картину знаний	не зачтено

Ответ имеет систематизированный характер, содержит самостоятельную оценку	зачтено
---	---------

б) Содержание контрольной работы (для студентов заочной формы обучения)

Как форма промежуточного контроля выполнение контрольной работы позволяет оценить уровень самостоятельного изучения разделов дисциплины, умение самостоятельно исследовать проблему на основе научных методик.

Выполнение контрольной работы включает письменные ответы на вопросы:

Общие вопросы

1. Введение структуры векторного пространства на заданном множестве
 - а) множество точек окружности; б) множество целых чисел от 0 до 9.
2. Построение единичной сферы для векторного пространства точек плоскости
 - а) октаэдрическая норма, б) сферическая норма, в) кубическая норма.
3. Линейные операторы. Матрица линейного оператора.
4. Построить ортонормированную последовательность функций
 - а) последовательность степенных функций, б) последовательность тригонометрических функций

Проекционные методы

5. Аппроксимировать заданную функцию на отрезках $[0,1]$ и $[-1,1]$ для данных базисных функций
 - а) методом коллокаций, б) методом Галеркина
6. Аппроксимировать табличную функцию для различных базисных функций методом коллокаций
 - а) базис степенных функций, б) базис тригонометрических функций.

Метод конечных элементов

7. Построить глобальные базисные и пробные функции на заданном множестве конечных элементов и указанных локальных функций.

Контрольная работа студента оценивается по двухбалльной системе: зачтено/не зачтено. Получение зачета по контрольной работе является допуском к экзамену.

Критерии оценивания	Оценка
Вопросы не раскрыты, изложение материала носит несистематизированный характер. Получены правильные ответы менее чем на 3 вопросов	не зачтено
Излагаемый материал носит систематизированный характер, ответы содержат основные определения и понятия вычислительной математики. Получены правильные ответы на 3 вопросов и более	зачтено

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

Работа с конспектом лекций, чтение текста учебной и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям, контрольной работе.

Вид учебных занятий	Организация самостоятельной работы студента
Лекции	<p>Проработать материал лекций по конспектам. 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 занятии.</p>
Самостоятельная работа по темам	<p>Проработать самостоятельно теоретический материал по темам по рекомендованной литературе. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p>
Практические занятия/ опрос	<p>При подготовке к практическим занятиям проработать соответствующий теоретический материал по конспекту лекций, просмотреть</p>
	<p>рекомендуемую литературу и иные источники. Особое внимание уделить вопросам, вынесенным на опрос. После практического занятия для лучшего освоения материала разобрать решение задач, рассмотренных на занятии, выполнить схожие задания самостоятельно, используя рекомендованную литературу</p>
Контрольная работа (заочное обучение)	<p>Подготовить письменные ответы на вопросы, опираясь на рекомендованную литературу. Предоставить материалы контрольной работы на проверку в начале сессии. В случае возврата на доработку, необходимо сдать исправленную контрольную работу на повторную проверку до экзамена.</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, типовые экзаменационные задания, а также материалы практических занятий. Повторить решение задач, рассмотренных на практических занятиях.</p>

5.3. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Дополнительные главы математики» – экзамен. Экзамен проводится в устной форме. Экзаменационный билет содержит один теоретический вопрос и одно практическое задание. Время на подготовку к ответу – 45 минут.

Перечень теоретических вопросов к экзамену:

1. Отображения .
2. Векторное пространство. Базис и размерность линейного пространства.
3. Линейные операторы. Матрица линейного оператора.
4. Метрика. Норма вектора. Сходимость.
5. Гильбертово пространство.

6. Ортогонализация. Ряд Фурье.
7. Метод взвешенных невязок
8. Аппроксимация функций
9. Аппроксимация решений дифференциальных уравнений
10. Системы дифференциальных уравнений
11. Выбор базисных и пробных функций
12. Аппроксимация и сходимость
13. Локальные и глобальные базисные и пробные функции
14. Аппроксимация функций конечными элементами
15. Слабая форма метода взвешенных невязок

Варианты типовых практических заданий экзамена:

Задание 1. Аппроксимировать заданную функцию $\varphi = 1 + \sin \frac{\pi x}{2}$ на отрезках $[0,1]$ и $[-1,1]$ для данных базисных функций $(1, x, x^2, x^3)$ методом взвешенных невязок методом коллокаций,

Задание 2. Аппроксимировать заданную функцию $\varphi = 1 + \sin \frac{\pi x}{2}$ на отрезках $[0,1]$ и $[-1,1]$ для данных базисных функций $(1, x, x^2, x^3)$ методом взвешенных невязок методом Галеркина.

Задание 3. Аппроксимировать табличную функцию

x	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
T	80	70	50	35	60	70

методом коллокаций для базиса степенных функций $(1, x, x^2, x^3, x^4, x^5)$,

Задание 4. Аппроксимировать табличную функцию

x	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
T	80	70	50	35	60	70

методом коллокаций для базиса тригонометрических функций $(1, \sin \pi x, \cos \pi x, \sin 2\pi x, \cos 2\pi x, \sin 3\pi x)$.

Задание 5. Аппроксимировать решение краевой задачи $d_{xx} \varphi - \varphi = 0$, $\varphi|_{x=0} = 0$, $\varphi|_{x=1} = 1$ методом коллокаций, используя систему базисных функций

$$\{e_j\} = \sin(j\pi x) \text{ и точки коллокации } x_1 = \frac{1}{3}, x_2 = \frac{2}{3},$$

Задание 6. Аппроксимировать решение краевой задачи $d_{xx} \varphi - \varphi = 0$, $\varphi|_{x=0} = 0$, $\varphi|_{x=1} = 1$ методом коллокаций, используя систему базисных функций

$$\{e_j\} = x^j \text{ и точки коллокации } x_1 = 0, x_2 = 1.$$

Шкала оценивания: четырехбалльная.

Критерии оценивания	Оценка
Задание не выполнено	неудовлетворительно
Задание выполнено частично, получен ответ на теоретический вопрос, не выполнено практическое задание.	удовлетворительно

Задание выполнено частично, выполнено практическое задание, не дан ответ на теоретический вопрос.	хорошо
Задание выполнено полностью	отлично

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. *Зенкевич О., Морган К.* Конечные элементы и аппроксимация.– М.: Мир, 1986.
2. *Белевич М.Ю.* Математические методы решения океанологических задач. Основные вычислительные идеи и методы. – СПб: изд. РГГМУ, 2008.[Электронный ресурс], Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504161543.pdf

б) дополнительная литература:

1. *Гавурин М.К.* Лекции по методам вычислений.– М.: Наука, 1971.
2. *Оден Дж.* Конечные элементы в нелинейной механике сплошных сред.– М.: Мир, 1976.
3. *Сегерлинд Л* Применение метода конечных элементов.– М.: Мир, 1979.
4. Численные методы, используемые в атмосферных моделях.– Л.: Гидрометеиздат, 1982.

в) программное обеспечение

1. Операционная система Windows 7
2. Пакет прикладных программ Microsoft Office

г) Интернет-ресурсы не предусмотрены

д) профессиональные базы данных

1. Базы данных Web of Science
2. База данных Scopus

е) информационные справочные системы не предусмотрены

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</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 занятии.</p>

Практические занятия	При подготовке к практическим занятиям проработать соответствующий теоретический материал по конспекту лекций, просмотреть рекомендуемую литературу и иные источники. Особое внимание уделить вопросам, вынесенным на опрос. На занятии самостоятельно решать предлагаемые задания, осуществляя проверку по решению, выполненному у доски. Отвечать на вопросы преподавателя по изученному материалу и материалу текущего занятия. После практического занятия для лучшего освоения материала разобрать решение рассмотренных задач, выполнить схожие задания самостоятельно, используя рекомендованную литературу
Самостоятельная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.
Контрольная работа (заочное обучение)	Подготовить письменные ответы на вопросы, опираясь на рекомендованную литературу. Предоставить материалы контрольной работы на проверку в начале сессии. В случае возврата на доработку, необходимо сдать исправленную контрольную работу на повторную проверку до экзамена.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, типовые экзаменационные задания, а также материалы практических занятий. Повторить решение задач, рассмотренных на практических занятиях

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
Общие вопросы (элементы функционального анализа)	– классическая лекция – практическое занятие (решение задач, написание и вывод формул и т.д. у доски)	Операционная система Windows 7 Пакет прикладных программ Microsoft Office Базы данных Web of Science и данных Scopus
Необходимые представления о проекционных методах	– устный выборочный опрос – самостоятельная работа в ЭБС	
Метод конечных элементов	– самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных баз знаний	

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации укомплектована специализированной (учебной) мебелью.

Учебная аудитория для проведения индивидуальных консультаций, оборудована мебелью, компьютером, с возможностью доступа в Интернет и электронную информационно-образовательную среду ВУЗа.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования, хранения учебных материалов, литературы, ноутбука, переносного экрана, проектора.

Помещение для самостоятельной работы студентов оснащено специализированной (учебной) мебелью, компьютерами с возможностью доступа в Интернет и электронную информационно-образовательную среду ВУЗа.

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.