

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук

_____ А. В. Келлер
25.04.2017

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
к ОП ВО от 28.06.2017 №007-03-1118

дисциплины Б.1.30 Численные методы
для направления 02.03.01 Математика и компьютерные науки
уровень бакалавр **тип программы** Академический бакалавриат
профиль подготовки Математические методы в экономике и финансах
форма обучения очная
кафедра-разработчик Математическое и компьютерное моделирование

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2014 № 949

Зав.кафедрой разработчика,
д. физ-мат. н., доц.
(ученая степень, ученое звание)

09.04.2017

(подпись)

С. А. Загребина

Разработчик программы,
старший преподаватель
(ученая степень, ученое звание,
должность)

09.04.2017

(подпись)

А. К. Богушов

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение вопросов построения, исследования и применения численных методов решения различных математических задач. Задачами освоения дисциплины является изучение: теоретических основ численных методов; численных алгоритмов решения математических задач; общих принципов построения и анализа численных алгоритмов; проблем, связанных с выбором численного метода - множественность методов решения задач, критерии обоснования выбора и экономичности численных алгоритмов; возможностей практического применения методов для получения численного результата за конечное время с приемлемой точностью.

Краткое содержание дисциплины

Теоретические основы численных методов. Численные методы решения алгебраических задач Интерполяция и аппроксимация. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	Знать: основы теории погрешностей и теории приближений; основные численные методы алгебры; методы построения интерполяционных многочленов; методы численного дифференцирования и интегрирования; методы численного дифференцирования и интегрирования;
	Уметь: применять численные методы для решения задач; строить численные модели различных систем;
	Владеть: владеть методикой построения, анализа и применения и интерпретации результатов анализа математических моделей
ОПК-3 способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе	Знать: основы алгебры и анализа, численных методов необходимые для решения математических и финансово-экономических задач;
	Уметь: применять компьютер при решении практических проблем;
	Владеть: обладать навыками применения современного математического инструментария для решения задач

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
---	---

Б.1.06 Основы программирования, Б.1.08 Математический анализ	Б.1.32 Математическое моделирование, Б.1.19 Современные численные методы
---	---

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	80	80	
Работа с лекционным материалом	30	30	
Подготовка к экзамену	20	20	
Подготовка курсовой работы	30	30	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен, КР	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Теоретические основы численных методов	10	6	4	0
2	Численные методы решения алгебраических задач	14	6	8	0
3	Интерполяция и аппроксимация	14	6	8	0
4	Численное дифференцирование	8	4	4	0
5	Численное интегрирование	8	4	4	0
6	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	10	6	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Численные методы как этап математического моделирования	2
2	1	Основные понятия численных методов. Источники и классификация	2

		погрешностей. Абсолютная и относительная погрешность числа. Верные цифры числа. Округление числа. Связь относительной погрешности с количеством верных знаков числа. Погрешность суммы. Погрешность разности. Погрешность произведения. Погрешность частного.	
3	1	Относительная погрешность корня. Общая формула вычисления погрешности. Обратная задача теории погрешностей. Погрешности вычисления на ЭВМ. Представление чисел в ЭВМ. Прикладные задачи	2
4	2	Численные методы решения нелинейных уравнений. Методы отделения корней. Методы уточнения корней. Метод дихотомии (половинного деления). Метод золотого сечения. Метод касательных (Ньютона). Метод итераций. Сходимость метода итераций. Способ подготовки алгебраических уравнений к методу итераций.	2
5	2	Численное решение систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона. Метод итераций. Сходимость метода итераций. Способ подготовки системы алгебраических уравнений к методу итераций.	2
6	2	Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом Гаусса. Решение СЛАУ методом Гаусса с выбором главного элемента. Решение СЛАУ методом прогонки. Решение СЛАУ методом простых итераций (метод Якоби). Решение СЛАУ методом Зейделя.	2
7	3	Аппроксимация функции. метод наименьших квадратов	2
8	3	Интерполяция полиномами Лагранжа. Оценка остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа.	2
9	3	Тригонометрическая интерполяция. Интерполяция и приближение сплайнами.	2
10	4	Численное дифференцирование методом конечно разностной аппроксимации производной. Вычислительная погрешность метода	2
11	4	Численное дифференцирование с использованием интерполяционного полинома Лагранжа. Вычислительная погрешность метода.	2
12	5	Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы. Оценки погрешности квадратуры.	2
13	5	Квадратурные формулы Ньютона – Котеса. Квадратурные формулы Гаусса. Практическая оценка погрешности элементарных квадратурных формул.	2
14	6	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Метод Рунге – Кутта первого порядка точности (метод Эйлера). Метод Рунге – Кутта второго порядка точности. Метод Рунге – Кутта четвертого порядка точности. Правило Рунге оценки погрешности в методах Рунге – Кутта.	2
15	6	Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка методом Рунге – Кутта. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений высших порядков. Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений высших порядков.	2
16	6	Конечно-разностные методы. Метод неопределенных коэффициентов. Исследование свойств конечно-разностных методов на модельных задачах. Оценка погрешности конечно-разностных методов.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Погрешности. Абсолютная и относительная погрешности. Погрешность арифметических операций. Погрешность функции.	4
2	2	Численное решение нелинейного уравнения. Численное решение системы	4

		нелинейных уравнений	
3	2	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений.	4
4	3	Построение аппроксимирующей функции методом наименьших квадратов	4
5	3	Применения аппарата интерполирования. Построение интерполяционного многочлена Лагранжа. Построение кубического сплайна	4
6	4	Численное дифференцирование.	4
7	5	Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы. Метод неопределенных коэффициентов. Квадратурные формулы Ньютона – Котеса. Квадратурные формулы Гаусса.	4
8	6	Задача Коши для дифференциальных уравнений. Краевые задачи для дифференциальных уравнений.	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Работа с лекционным материалом	п. 1 основной литературы, разделы 1, 3-6; п. 2 основной литературы разделы 6,7;	30
Подготовка к экзамену	п. 1 основной литературы, разделы 1, 3-6; п. 2 основной литературы разделы 6,7;	20
Подготовка курсовой работы	Численные методы. Волков Е.А.; Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З.	30

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Тренинг	Практические занятия и семинары	Решение прикладной задачи с выбором численного метода	4
Использование информационных ресурсов и баз данных	Практические занятия и семинары	МЦНМО – http://www.mcsme.ru/ 2. сайт национального открытого университета – http://www.intuit.ru 3. Справочно-библиографический портал ЮУрГУ – www.elumf.susu.ac.ru 4. Справочно-библиографический портал «Математические модели на основе неклассических уравнений математической физики в энергосбережении» – mpm.sp.susu.ac.ru	6

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	Экзамен	1-37
Все разделы	ОПК-3 способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе	Экзамен	1-37
Все разделы	ОПК-3 способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе	Курсовая работа	1-20
Все разделы	ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности	Коллоквиум	1-37

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен проводится в форме беседы. Каждому студенту задается по одному вопросу или заданию из каждой темы, выносимой на экзамен.	Отлично: 75-100% правильных ответов. Хорошо: 65-74% правильных ответов. Удовлетворительно: 50-64% правильных ответов. Неудовлетворительно: 0-49% правильных ответов.
коллоквиум	Коллоквиум проводится в форме беседы преподавателя со студентами с целью повторения материала и выяснения их знаний.	Зачтено: Студенты отвечают более чем на 50% вопросов Не зачтено: Студенты отвечают менее чем на 50% вопросов
Курсовая работа	Студент сдает пояснительную записку к курсовой работе и демонстрирует	Отлично: Оценка «Отлично» выставляется за курсовую работу, которая полностью

	<p>работоспособность разработанной программы.</p>	<p>соответствует техническому заданию и отчет выполнен надлежащим образом, Хорошо: Оценка «Хорошо» выставляется за курсовую работу, выполненную с незначительными недочетами. Удовлетворительно: Оценка «Удовлетворительно» выставляется за курсовую работу, которая не полностью соответствует техническому заданию и выполнена с замечаниями. Неудовлетворительно: Оценка «Неудовлетворительно» выставляется за отсутствие пояснительной записки и выполненную с грубыми замечаниями.</p>
--	---	--

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
экзамен	<ol style="list-style-type: none"> 1. Источники и классификация погрешности. 2. Запись чисел в ЭВМ. 3. Абсолютная и относительная погрешности. Формы записи данных. 4. О вычислительной погрешности. 5. Погрешность функции. 6. Обратная задача теории погрешности. 7. Постановка задачи приближения функций. 8. Интерполяционный многочлен Лагранжа. 9. Оценка остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа. 10. Разделенные разности и интерполирование с кратными узлами. 11. Интерполяция кубическими сплайнами. 12. Аппроксимация функции. Линейная функция. 13. Аппроксимация функции. Квадратичная функция. 14. Аппроксимация функции. Логарифмическая и показательная функции. 15. Применения аппарата интерполирования. Обратная интерполяция. 16. Численное дифференцирование. 17. Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования. 18. Численное интегрирование. 19. Простейшие квадратурные формулы. 20. Оценки погрешности квадратуры. 21. Квадратурные формулы Гаусса. 22. Практическая оценка погрешности элементарных квадратурных формул. 23. Повышение точности интегрирования за счет разбиения отрезка на равные части. 24. Интерполяция и приближение сплайнами. 25. Методы последовательного исключения неизвестных. 26. Метод отражений. 27. Метод простой итерации. 28. Особенности реализации метода простой итерации на ЭВМ. 29. Оптимизация скорости сходимости итерационных процессов. 30. Метод Зейделя. 31. Метод наискорейшего градиентного спуска. 32. Погрешность приближенного решения системы уравнений и обусловленность матриц. Регуляризация. 33. Метод простой итерации и смежные вопросы. 34. Метод Ньютона решения нелинейных уравнений. 35. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.

	<p>36. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора.</p> <p>37. Методы Рунге— Кутта.</p>
<p>КОЛЛОКВИУМ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Источники и классификация погрешности. 2. Запись чисел в ЭВМ. 3. Абсолютная и относительная погрешности. Формы записи данных. 4. О вычислительной погрешности. 5. Погрешность функции. 6. Обратная задача теории погрешности. 7. Постановка задачи приближения функций. 8. Интерполяционный многочлен Лагранжа. 9. Оценка остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа. 10. Разделенные разности и интерполирование с кратными узлами. 11. Интерполяция кубическими сплайнами. 12. Аппроксимация функции. Линейная функция. 13. Аппроксимация функции. Квадратичная функция. 14. Аппроксимация функции. Логарифмическая и показательная функции. 15. Применения аппарата интерполирования. Обратная интерполяция. 16. Численное дифференцирование. 17. Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования. 18. Численное интегрирование. 19. Простейшие квадратурные формулы. 20. Оценки погрешности квадратуры. 21. Квадратурные формулы Гаусса. 22. Практическая оценка погрешности элементарных квадратурных формул. 23. Повышение точности интегрирования за счет разбиения отрезка на равные части. 24. Интерполяция и приближение сплайнами. 25. Методы последовательного исключения неизвестных. 26. Метод отражений. 27. Метод простой итерации. 28. Особенности реализации метода простой итерации на ЭВМ. 29. Оптимизация скорости сходимости итерационных процессов. 30. Метод Зейделя. 31. Метод наискорейшего градиентного спуска. 32. Погрешность приближенного решения системы уравнений и обусловленность матриц. Регуляризация. 33. Метод простой итерации и смежные вопросы. 34. Метод Ньютона решения нелинейных уравнений. 35. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. 36. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора. 37. Методы Рунге— Кутта.
<p>Курсовая работа</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Этапы вычислительного эксперимента - физическая и математическая модель. 2. Алгоритм Гаусса решения СЛАУ. 3. Решение уравнений в комплексной области параметров. 4. Обратная интерполяция. 5. Нелинейная интерполяция. 6. Ортогональный полиномы. 7. Вычисление производных с помощью программ интерполяции и аппроксимации. 8. Метод несобственных интегралов. 9. Метод кратных интегралов. 10. Краевые задачи: метод стрельбы и конечных разностей. 11. Метод частиц. 12. Метод конечных объемов. 13. Метод предиктор-корректор. 14. Метод моментов.

- | |
|--|
| 15. Вычисление несобственных интегралов.
16. Приближение функций рядами Фурье.
17. Метод рядов Тейлора.
18. Явные и неявные методы Эйлера.
19. Типы интегральных уравнений.
20. Разностный метод. |
|--|

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Панюкова, Т. А. Численные методы Текст учеб. пособие для экон. специальностей вузов Т. А. Панюкова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Экон.-мат. методы и статистика ; ЮУрГУ. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2010. - 224 с.
2. Мэтьюз, Д. Г. Численные методы: Использование Matlab Д. Г. Мэтьюз, К. Д. Финк; Пер. с англ. Л. Ф. Козаченко; Под ред Ю. В. Козаченко. - 3-е изд. - М. и др.: Вильямс, 2001. - 711 с. ил.
3. Соловьев, И. А. Вычислительная математика на смартфонах, коммуникаторах и ноутбуках с использованием программных средств Python Текст учеб. пособие И. А. Соловьев, А. В. Червяков, А. Ю. Репин. - СПб.и др.: Лань, 2011. - 265 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Численные методы и математическое моделирование Сб. науч. тр. АН СССР, Сиб. отд-е, ВЦ; Под ред. В. П. Ильина. - Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1990. - 166 с. граф.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методическое пособие для самостоятельной работы студента по дисциплине "Численные методы"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Численные методы. Волков Е.А.	https://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	ЛокальнаяСеть / Свободный
2	Дополнительная литература	Численные методы анализа. Приближение	https://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная	ЛокальнаяСеть / Свободный

	функций, дифференциальные и интегральные уравнения Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З.		система Издательства Лань	
--	---	--	---------------------------------	--

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	405 (1)	мультимедийная аудитория с проектором
Лекции	405 (1)	мультимедийная аудитория с проектором