

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 31.08.2023 11:54:55
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:

Руководитель ООП:

_____ Шаров Г.С.

«__» _____ 2023 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Методы вычислений

Направление подготовки

02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем

Профиль подготовки

Математические основы информатики

Для студентов 3, 4 курсов очной формы обучения

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Составитель:

д.ф.-м.н., профессор Ю.В. Шеретов

Тверь, 2023

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Методы вычислений» состоит в изучении основных понятий этой дисциплины, необходимых для освоения ООП и последующей профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы вычислений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений. В плане формирования компетенций она связана с дисциплинами «Математическое моделирование нелинейных процессов», «Программные средства математических вычислений», «Web-дизайн», «Технологии разработки программного обеспечения», «Системы искусственного интеллекта», «Сложность вычислений».

3. Объём дисциплины:

6 зачетных единиц, 216 академических часов, в том числе контактная работа: лекции – 49 ч., практические занятия – 64 часа, в т.ч. практическая подготовка – 2 часа. Самостоятельная работа – 103 часа.

4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними УК-2.2 Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта УК-2.3 Планирует реализацию задач в зоне своей

	ответственности с учётом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм
ПК-1 Способен использовать базовые знания в области математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	<p>ПК-1.1 Формулирует проблемы и определяет направление их решения на основе базовых знаний математики, естественных наук, программирования и информационных технологий</p> <p>ПК-1.2 С помощью стандартных методов решает типовые задачи в области математики, естествознания и информатики</p> <p>ПК-1.3 Применяет методы и приемы из области математики, физики и информатики для решения задач профессиональной деятельности</p>
ПК-2 Способен проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-2.1 Проводит исследования под научным руководством, привлекая математику и информационные технологии

5. Форма промежуточного контроля

Формами контроля являются зачет в 6-ом семестре и экзамен в 7-ом семестре.

6. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

.Наименование разделов и тем	Всего	Контактная работа (час.)			Самостоя- тельная работа
		Лек- ции	Практи- ческие занятия	В т.ч. практи- ческая подго- товка	
1. Постановка задачи интерполирования функции многочленами. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка погрешности интерполирования.	10	2	4		4
2. Разделенные разности и их свойства. Интерполяционный многочлен в форме Ньютона. Интерполяционная схема Эйткена. Интерполяционный многочлен Эрмита.	10	2	4		4
3. Метод наименьших квадратов. Наилучшие приближения в гильбертовом пространстве.	10	2	4		4
4. Наилучшие равномерные приближения. Теорема Бореля.	7	1	3		3
5. Составные квадратурные формулы прямоугольников и трапеций. Оценки для погрешности этих формул. Составная квадратурная формула Симпсона.	9	2	4		3
6. Квадратурные формулы интерполяционного типа. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.	7	1	3		3
7. Общие свойства ортогональных многочленов.	9	2	4		3
8. Квадратурные формулы Гаусса.	9	2	4	0	3
Итого за 6-й семестр	72	15	30		27
9. Метод Эйлера. Понятия сходимости и аппроксимации.	16	4	4		8
10. Методы Рунге-Кутты. Методы Адамса.	16	4	4		8
11. Метод Гаусса – схема	16	4	4	1	8

единственного деления. Условия применимости метода. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод Жордана-Гаусса.					
12. Метод Холецкого. Метод прогонки и условия его применимости.	16	4	4		8
13. Метод последовательных приближений. Условия сходимости метода.	16	4	4		8
14. Метод минимальных невязок. Метод наискорейшего градиентного спуска.	16	4	4	1	8
15. Метод минимальных невязок. Метод наискорейшего градиентного спуска.	18	4	4		10
16. Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации.	15	3	3		9
17. Метод Ньютона, его обоснование и приложения.	15	3	3		9
Итого за 7–й семестр	90	34	34	2	76
ИТОГО	288	49	64	2	103

Учебная программа

Раздел 1. Интерполирование и приближение функций

Постановка задачи интерполирования функции многочленами. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка погрешности интерполирования. Разделенные разности и их свойства. Интерполяционный многочлен в форме Ньютона. Интерполяционная схема Эйткена. Интерполяционный многочлен Эрмита. Метод наименьших квадратов. Наилучшие приближения в гильбертовом пространстве. Наилучшие равномерные приближения. Теорема Бореля.

Раздел 2. Численное интегрирование

Составные квадратурные формулы прямоугольников и трапеций. Оценки для погрешности этих формул. Составная квадратурная формула Симпсона. Квадратурные формулы интерполяционного типа. Квадратурные формулы

Ньютона-Котеса. Общие свойства ортогональных многочленов. Квадратурные формулы Гаусса.

Раздел 3. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений

Простейшие численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Понятия сходимости и аппроксимации. Методы Рунге-Кутты. Многошаговые разностные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Адамса.

Раздел 4. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений

Метод Гаусса – схема единственного деления. Условия применимости метода. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод Жордана-Гаусса. Метод Холецкого. Метод прогонки и условия его применимости.

Раздел 5. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений

Метод последовательных приближений. Условия сходимости метода. Метод минимальных невязок. Метод наискорейшего градиентного спуска.

Раздел 6. Итерационные методы решения нелинейных уравнений

Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации. Метод Ньютона, его обоснование и приложения.

III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью изучения дисциплины. Кроме того, в темах, изучаемых при контактной работе со студентами, есть отдельные учебные вопросы, которые студенты должны изучить самостоятельно. Контроль знаний при самостоятельном изучении тем и вопросов дисциплины осуществляется при проведении текущего контроля в

виде устных опросов, письменных контрольных работ и тестирования во время рейтинг-контроля. Вопросы для самостоятельной работы также включаются в темы рефератов, которые студенты защищают на семинарских занятиях, и в перечень вопросов для зачёта.

При работе над текстом лекции студенту необходимо обратить особое внимание на проблемные вопросы, поставленные преподавателем при чтении лекции, а также на его задания и рекомендации. Работая над текстом лекции, необходимо иметь под рукой справочные издания: словарь-справочник, энциклопедический экономический словарь, в которых можно найти объяснение многим встречающимся в тексте терминам, содержание которых студент представляет себе весьма туманно, хотя они ему и знакомы.

В процессе организации самостоятельной работы большое значение имеют консультации с преподавателем, в ходе которых можно решить многие проблемы изучаемого курса, уяснить сложные вопросы.

IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-1: готовность к использованию метода системного моделирования при исследовании и проектировании программных систем.

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
промежуточный владеть	1. Привести примеры квадратурных формул интерполяционного типа. 2. Привести примеры квадратурных формул Гаусса.	Приведено несколько примеров и дано практически верное обоснование – 3 балла. Приведены примеры с неполным обоснованием – 2 балла.

		Приведен один пример без обоснования – 1 балл. Примеров не приведено — 0 баллов.
промежуточный уметь	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определить порядок аппроксимации метода Рунге-Кутты. 2. Определить порядок аппроксимации метода Адамса. 	<p>Вычисления проведены правильно и рационально – 3 балла.</p> <p>Результат вычислений правильный, но проведены они громоздко – 2 балла.</p> <p>Вычисления проведены с ошибками и не проявлено понимание существа дела -1 балл.</p> <p>Отсутствует понимание того, как проводить вычисления – 0 баллов.</p>
промежуточный знать	<ol style="list-style-type: none"> 1. Построить интерполяционный многочлен методом Лагранжа. 2. Построить интерполяционный многочлен методом Ньютона. 	<p>Приведены примеры и дано верное обоснование – 2 балла.</p> <p>Примеры приведены. Но обоснование отсутствует – 1 балл.</p> <p>Примеры не приведены – 0 баллов.</p>

2. Типы задач для проверки знаний студентов

1. Для заданной сеточной функции построить интерполяционный многочлен методом неопределенных коэффициентов.
2. Для заданной сеточной функции построить интерполяционный многочлен методом Лагранжа.
3. Для заданной сеточной функции построить интерполяционный многочлен методом Ньютона.
4. Для заданной сеточной функции построить интерполяционный многочлен методом Эйткена.
5. По заданной функции, узлам и их кратностям построить интерполяционный многочлен Эрмита.
6. Найти наилучшее приближение заданной сеточной функции по методу наименьших квадратов.

7. Найти наилучшее приближение элемента в гильбертовом пространстве по заданной системе элементов.
8. Найти многочлен, наименее уклоняющийся от нуля на заданном отрезке.
9. Найти многочлен Лежандра (Эрмита, Чебышева).
10. Построить квадратурную формулу методом неопределенных коэффициентов.
11. Построить квадратурную формулу интерполяционного типа по заданным узлам.
12. Построить квадратурную формулу Гаусса.
13. Определить порядок аппроксимации метода Рунге–Кутты.
14. Определить порядок аппроксимации метода Адамса.
15. Найти решение линейного разностного уравнения второго порядка.
16. Решить систему линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
17. Решить систему линейных алгебраических уравнений методом Жордана–Гаусса.
18. Построить LU разложение заданной матрицы.
19. Вычислить норму матрицы.
20. Вычислить спектральный радиус матрицы.
21. Найти корень нелинейного уравнения методом Ньютона.

3. Вопросы для текущего контроля успеваемости студентов

6-й семестр, 1-й модуль

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ И ПРИБЛИЖЕНИЕ ФУНКЦИЙ

1. Постановка задачи интерполирования функции многочленами. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка погрешности интерполирования.
2. Разделенные разности и их свойства. Интерполяционный многочлен в форме Ньютона.
3. Интерполяционная схема Эйткена. Интерполяционный многочлен Эрмита.
4. Метод наименьших квадратов.
5. Наилучшие приближения в гильбертовом пространстве.
6. Наилучшие равномерные приближения. Теорема Бореля.

6-й семестр, 2-й модуль

ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ

1. Составные квадратурные формулы прямоугольников и трапеций. Оценки для погрешности этих формул. Составная квадратурная формула Симпсона.
2. Квадратурные формулы интерполяционного типа. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.
3. Общие свойства ортогональных многочленов.
4. Квадратурные формулы Гаусса.

7-й семестр, 1-й модуль

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

1. Метод Эйлера. Понятия сходимости и аппроксимации.
2. Методы Рунге-Кутты.
3. Методы Адамса.

ПРЯМЫЕ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

1. Метод Гаусса – схема единственного деления. Условия применимости метода.
2. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод Жордана-Гаусса.
3. Метод Холецкого.
4. Метод прогонки и условия его применимости.

7-й семестр, 2-й модуль

ИТЕРАЦИОННЫЕ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

1. Метод последовательных приближений. Условия сходимости метода.
2. Метод минимальных невязок. Метод наискорейшего градиентного спуска.

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ

1. Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации.
2. Метод Ньютона, его обоснование и приложения.

4. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация студентов проводится в соответствии с «Положением о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ», принятом на заседании Ученого совета ТвГУ 28 мая 2014 г., протокол № 9. Модульно-рейтинговая система контроля предполагает текущий контроль, который проводится на лекциях и практических занятиях в виде экспресс – опросов. Промежуточный контроль будет организован в форме контрольной работы и/или коллоквиума по вопросам каждого модуля. В шестом семестре предусмотрено написание расчетно-графической работы.

Перечень вопросов для проведения аттестации в форме экзамена

1. Постановка задачи интерполирования функции многочленами. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка погрешности интерполирования.
2. Разделенные разности и их свойства. Интерполяционный многочлен в форме Ньютона.
3. Интерполяционная схема Эйткена. Интерполяционный многочлен Эрмита.
4. Метод наименьших квадратов.
5. Наилучшие приближения в гильбертовом пространстве.
6. Наилучшие равномерные приближения. Теорема Бореля.
7. Составные квадратурные формулы прямоугольников и трапеций. Оценки для погрешности этих формул. Составная квадратурная формула Симпсона.
8. Квадратурные формулы интерполяционного типа. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.
9. Общие свойства ортогональных многочленов.
10. Квадратурные формулы Гаусса.
11. Метод Эйлера. Понятия сходимости и аппроксимации.
12. Методы Рунге-Кутты.
13. Методы Адамса.
14. Метод Гаусса – схема единственного деления. Условия применимости метода.
15. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод Жордана-Гаусса.
16. Метод Холецкого.
17. Метод прогонки и условия его применимости.
18. Метод последовательных приближений. Условия сходимости метода. Метод минимальных невязок.
19. Метод наискорейшего градиентного спуска.
20. Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации.
21. Метод Ньютона, его обоснование и приложения.

V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Волков Е. А. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.А. Волков. - Москва : Лань, 2008. - 256 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=54
2. Шевцов Г. С. Численные методы линейной алгебры / Г. С. Шевцов, Б. И. Мызникова, О. Г. Крюкова. - Москва : Лань, 2011. - 495 с. - Режим работы: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1800

б) дополнительная литература:

1. Мастяева И. Н. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. Н. Мастяева, О. Н. Семенихина. - Москва : Евразийский открытый институт, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2003. - 241 с. - Режим доступа: <http://www.ipr-bookshop.ru/11121.html>

VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Отечественные и зарубежные электронные библиотечные ресурсы Тверского государственного университета <http://library.tversu.ru/index.php/nauchnyeresursy>.

Лицензионное программное обеспечение, установленное в компьютерных классах Тверского государственного университета.

Раздаточный материал и наглядные пособия

1. Шеретов Ю.В. Итерационные численные методы решения линейных алгебраических систем. Метод. разработка. Тверь: ТвГУ, 1993.
2. Шеретов Ю.В. Численное интегрирование. Метод. разработка. Тверь: ТвГУ, 1995.

VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного усвоения материала данной учебной дисциплины, в частности, для выработки навыков решения задач необходима систематическая самостоятельная работа студентов по подготовке к практическим занятиям, коллоквиумам и к контрольным работам.

1. Работа с учебными пособиями. Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

2. Самостоятельное изучение тем. Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, написание рефератов, выступление с докладом, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к зачёту и экзамену.

3. Подготовка к практическим занятиям. При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется следовать методическим рекомендациям по работе с учебными пособиями, приведенным выше.

4. Составление конспектов. В конспекте отражены основные понятия темы. Для наглядности и удобства запоминания использованы схемы и таблицы.

5. Подготовка к экзамену. При подготовке к экзамену студенты должны использовать как самостоятельно подготовленные конспекты, так и материалы, полученные в ходе лекций. Максимальная сумма рейтинговых баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся экзаменом, по итогам семестра составляет 60.

Студенту, набравшему 50-54 балла, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в экзаменационной ведомости и зачётной книжке может быть выставлена оценка «удовлетворительно».

Студенту, набравшему 55-60 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе экзаменационной ведомости «Пре-

миальные баллы» может быть добавлено 15 баллов и выставлена экзаменационная оценка «хорошо». В каких-либо иных случаях добавление премиальных баллов не допускается. Оценку «отлично» студент может получить только на экзамене.

Студент, набравший от 20 до 49 баллов включительно, сдаёт экзамен.

Студенту, набравшему меньше 20 баллов, в экзаменационной ведомости выставляется оценка «неудовлетворительно».

Ответ студента на экзамене оценивается суммой до 40 рейтинговых баллов. Итоговая оценка складывается из суммы баллов, полученных за семестр, и баллов, полученных на экзамене.

Согласно подходам балльно-рейтинговой системы в рамках оценки знаний, умений, владений (умений применять) и (или) опыта деятельности дисциплины (модуля) установлены следующие аспекты:

- Содержание учебной дисциплины в рамках одного семестра делится на два модуля (периода обучения). По окончании модуля (периода обучения) осуществляется рейтинговый контроль успеваемости знаний студентов.

- Сроки проведения рейтингового контроля:

осенний семестр – I рейтинговый контроль успеваемости проводится согласно графику учебного процесса, II рейтинговый контроль успеваемости - две последние недели фактического завершения семестра по графику учебного процесса;

VIII. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (по необходимости)

1. Проведение лекционных занятий в аудитории и/или в компьютерном классе.
2. Выполнение студентами индивидуальных заданий на практических занятиях.

3. Использование необходимого программного обеспечения.

IX. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории, оснащенные средствами мультимедиа.

Компьютерный класс, подключенный к Интернет, локальной сети ТвГУ и оснащенный лицензионным программным обеспечением.

X. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	I – V.	Изменения в соответствии с новыми требованиями	протокол заседания кафедры мат. анализа №2 от 18.10.2017
2.			