

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио декана
Дата подписания: 18.09.2023 09:55:13
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

 В.П. Цветков

« 09 » 09 2023г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Программные средства математических вычислений

Направление подготовки

02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)

Математическое и компьютерное моделирование

Для студентов 1-го курса очной формы обучения

Составитель:

Михеев С.А.

Тверь, 2023

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является: подготовка студентов магистратуры к решению задач математического и компьютерного моделирования с использованием программных средств математических вычислений.

Задачами освоения дисциплины являются: изучение основных возможностей системы символьной математики Maple и применение этой системы для решения задач математического моделирования природных и социально-экономических процессов или явлений.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Программные средства математических вычислений» входит в обязательную часть учебного плана ООП, она изучает методы символьно-численных вычислений для математического и компьютерного моделирования природных и социально-экономических процессов или явлений с использованием системы компьютерной алгебры Maple. Для ее освоения необходимы навыки по программированию, а также знания в области классического математического и функционального анализа, дифференциальной геометрии и метрических пространств. Изучение данной дисциплины предшествует освоению дисциплин: «Научно-методический семинар», «Научно-исследовательская работа», «Катастрофы в динамических системах/Дифференциальные формы и метод Карта-на», «Мультифрактальная динамика и кардиоритмы», «Аналитические и численные методы решения краевых задач/Фракталы и хаос в динамических системах». Дисциплина изучается в 1-м семестре.

3. Объем дисциплины: 3 зачетных единиц, 108 академических часов, **в том числе:**

контактная аудиторная работа: лекции 17 часов, практические занятия 17 часов;

самостоятельная работа: 74 часов.

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 |
|---|--|
| <p>ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики</p> | <p>ОПК-1.1 Осуществляет поиск актуальных и значимых проблем прикладной и компьютерной математики в области математического и компьютерного моделирования социально-экономических и природных систем, а также известные, актуальные методы и алгоритмы для их решения</p> <p>ОПК-1.2 Формулирует и формализует конкретные актуальные, значимые проблемы прикладной и компьютерной математики в области математического и компьютерного моделирования социально-экономических и природных систем</p> <p>ОПК-1.3 Решает конкретные актуальные, значимые задачи прикладной и компьютерной математики в области математического и компьютерного моделирования социально-экономических и природных систем</p> |
| <p>ОПК-3 Способен самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов, в том числе отечественного производства</p> | <p>ОПК-3.1 Разрабатывает алгоритмы по вычислению параметров математических моделей динамических систем в естественных науках и исследованию их характера поведения для создания прикладных программ на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов</p> <p>ОПК-3.2 Создает прикладные программы для вычисления параметров математических моделей динамических систем в естественных науках и исследованию их характера поведения на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов</p> <p>ОПК-3.3 Проводит тестирование и верификацию используемых программных средств</p> |

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

зачет в 1 семестре.

6. Язык преподавания русский.

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

| Учебная программа – наименование разделов и тем | Всего (час.) | Контактная работа (час.) | | | Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.) |
|--|--------------|--------------------------|----------------------|---|---|
| | | Лекции | Практические занятия | Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа) | |
| Аппроксимация одномерных и двумерных массивов экспериментальных данных аналитическими функциями в системе Maple. | 28 | 3 | 3 | 0 | 14 |
| Аппроксимация аналитических функций с одной и несколькими независимыми переменными полиномами на компакте в системе Maple. | 26 | 3 | 3 | 0 | 14 |
| Вычисление фрактальной размерности временных рядов в системе Maple | 26 | 3 | 3 | 0 | 14 |
| Символьно-численное решение систем нелинейных уравнений, определяющих параметры скачков мгновенного сердечного ритма (МСР) в модели мультифрактальной динамики (МФД), методом градиентного спуска в системе Maple. | 32 | 4 | 4 | 0 | 16 |
| Символьно-численное решение систем нелинейных уравнений, определяющих параметры скачков МСР в модели МФД, регуляризованным методом Ньютона в системе Maple. | 32 | 4 | 4 | 0 | 16 |
| ИТОГО | 108 | 17 | 17 | 0 | 74 |

III. Образовательные технологии

| Учебная программа – наименование разделов и тем | Вид занятия | Образовательные технологии |
|--|----------------------|--|
| Аппроксимация одномерных и двумерных массивов экспериментальных данных аналитическими функциями в системе Maple. | Лекции | Лекция (традиционная, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками) |
| | Практические занятия | Проектная технология; Информационные (цифровые) |

| | | |
|--|----------------------|---|
| Аппроксимация аналитических функций с одной и несколькими независимыми переменными полиномами на компакте в системе Maple. | Лекции | Лекция (традиционная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация); Активное слушание |
| | Практические занятия | Дискуссионные технологии; Информационные (цифровые) |
| Вычисление фрактальной размерности временных рядов в системе Maple | Лекции | Лекция (традиционная, проблемная, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками); Активное слушание |
| | Практические занятия | Проектная технология; Информационные (цифровые) |
| Символьно-численное решение систем нелинейных уравнений, определяющих параметры скачков мгновенного сердечного ритма (МСР) в модели мультифрактальной динамики (МФД), методом градиентного спуска в системе Maple. | Лекции | Лекция (традиционная, лекция-визуализация) |
| | Практические занятия | Технологии развития критического мышления; Технологии развития дизайн-мышления |
| Символьно-численное решение систем нелинейных уравнений, определяющих параметры скачков МСР в модели МФД, регуляризованным методом Ньютона в системе Maple. | Лекции | Лекция (традиционная, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками); Активное слушание |
| | Практические занятия | Проектная технология; Информационные (цифровые) |

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

- методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов;
- методические рекомендации по организации учебной работы студентов;
- примеры практических заданий;
- вопросы к зачёту.

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-1 - Способен находить, формулировать и решать

актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики

| Индикаторы | Типовые контрольные задания для оценки уровня сформированности индикатора | Показатели и критерии оценивания индикатора, шкала оценивания |
|--|---|--|
| <p>ОПК-1.1 Осуществляет поиск актуальных и значимых проблем прикладной и компьютерной математики в области математического и компьютерного моделирования социально-экономических и природных систем, а также известные, актуальные методы и алгоритмы для их решения</p> | <p>1. Привести известные алгоритмы вычисления погрешностей аппроксимаций временных рядов многочленами в C-метрике и метрике L^2. 2. Написать программу по известным алгоритмам вычисления погрешностей аппроксимаций временных рядов многочленами в C-метрике и метрике L^2.</p> | <p>Ответ правильный и полный – 5 баллов Ответ правильный, но недостаточно полный – 4 балла Ответ содержит ошибку – 3 балла Ответ содержит ошибки – 1-2 балла Нет ответа – 0 баллов</p> |
| <p>ОПК-1.2 Формулирует и формализует конкретные актуальные, значимые проблемы прикладной и компьютерной математики в области математического и компьютерного моделирования социально-экономических и природных систем</p> | <p>1. Сделайте постановку задачи об аппроксимации функции трех переменных полиномом на компакте с оценкой точности в C метрике и в метрике L_2. 2. Постройте алгоритм аппроксимации функции трех переменных полиномом на компакте с оценкой точности в C-метрике и в метрике L_2.</p> | <p>Ответ правильный и полный – 5 баллов Ответ правильный, но недостаточно полный – 4 балла Ответ содержит ошибку – 3 балла Ответ содержит ошибки – 1-2 балла Нет ответа – 0 баллов</p> |
| <p>ОПК-1.3 Решает конкретные актуальные, значимые задачи прикладной и компьютерной математики в области математического и компьютерного моделирования социально-экономических и природных систем</p> | <p>1. Реализовать алгоритм вычисления параметров МФД народонаселения Земли методом градиентного спуска в системе Maple. 2. Реализовать алгоритм вычисления параметров МФД народонаселения Земли регуляризованным методом Ньютона в системе Maple.</p> | <p>Ответ правильный и полный – 5 баллов Ответ правильный, но недостаточно полный – 4 балла Ответ содержит ошибку – 3 балла Ответ содержит ошибки – 1-2 балла Нет ответа – 0 баллов</p> |

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-3 - Способен самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов, в том числе отечественного производства

| Индикатор | Типовые контрольные задания для оценки уровня сформированности индикатора | Показатели и критерии оценивания индикатора, шкала оценивания |
|--|---|--|
| <p>ОПК-3.1 Разрабатывает алгоритмы по вычислению параметров математических моделей динамических систем в естественных науках и исследованию их характера поведения для создания прикладных программ на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов</p> | <p>1. Разработать алгоритм вычисления параметров МФД временного ряда цен на нефть вблизи катастрофы (скачка) методом градиентного спуска. 2. Разработать алгоритм вычисления параметров МФД временного ряда цен на нефть вблизи катастрофы (скачка) регуляризованным методом Ньютона.</p> | <p>Ответ правильный и полный – 5 баллов Ответ правильный, но недостаточно полный – 4 балла Ответ содержит ошибку – 3 балла Ответ содержит ошибки – 1-2 балла Нет ответа – 0 баллов</p> |
| <p>ОПК-3.2 Создает прикладные программы для вычисления параметров математических моделей динамических систем в естественных науках и исследованию их характера поведения на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов</p> | <p>1. Написать программу для вычисления параметров МФД временного ряда цен на нефть вблизи катастрофы (скачка) методом градиентного спуска в системе Maple. 2. Написать программу для вычисления параметров МФД временного ряда цен на нефть вблизи катастрофы (скачка) регуляризованным методом Ньютона в системе Maple.</p> | <p>Ответ правильный и полный – 5 баллов Ответ правильный, но недостаточно полный – 4 балла Ответ содержит ошибку – 3 балла Ответ содержит ошибки – 1-2 балла Нет ответа – 0 баллов</p> |
| <p>ОПК-3.3 Проводит тестирование и верификацию используемых программных средств</p> | <p>1. Провести тестирование программы для вычисления параметров МФД временного ряда цен на нефть вблизи катастрофы (скачка) методом градиентного спуска в системе Maple. 2. Провести тестирование написанной программы для вычисления параметров</p> | <p>Ответ правильный и полный – 5 баллов Ответ правильный, но недостаточно полный – 4 балла Ответ содержит ошибку – 3 балла</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | МФД временного ряда цен на нефть вблизи катастрофы (скачка) регуляризованным методом Ньютона в системе Maple. | Ответ содержит ошибки – 1-2 балла Нет ответа – 0 баллов |
|--|---|--|

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Амосов А. А. Вычислительные методы /А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова. - Москва: Лань", 2014. - 672 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Предметный указатель: с. 655-666. - Библиогр.: с. 648-654 (27 назв.).
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42190

Демидович Б.П. Основы вычислительной математики / Борис Павлович, Исаак Абрамович ; Б.П. Демидович, И.А. Марон. - Москва : Лань, 2011. - 664 с. : ил. ; 21. - (Классическая учебная литература по математике) (Лучшие классические учебники) (Знание. Уверенность. Успех!) (Учебники для вузов. Специальная литература). - На 4-й с. обл. авт.: Б.П. Демидович, д.ф.-м.н., проф., И.А. Марон, проф. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 659-664.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2025

б) Дополнительная литература

1. Система аналитических вычислений Maple : задания и упражнения : учебно-методическое пособие для студентов мат. фак. / Твер. гос. ун-т. Каф. информатики и методов оптимизации; [Авт.-сост. В. О. Ашкеназы]. - Тверь: Тверской государственный университет, 2003. - 26 с. - Библиогр.: с.26.
<http://texts.lib.tversu.ru/texts2/00102lab.pdf>

2. Дьяконов В.П. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2010. — 720 с. — 5-98003-258-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65403.html>

3. Калиткин, Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин ; под ред. А.А. Самарского. - Москва : Наука, 1978. - 512 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456957>

2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение

Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017;

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows антивирус;

MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017.

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

Google Chrome;

Lazarus 1.4.0;

MiKTeX 2.9;

OpenOffice;

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1.ЭБС "Издательство Лань" » <http://e.lanbook.com>

2.ЭБС ZNANIUM.COM www.znanium.com

3.ФГБУ "РГБ" <http://diss.rsl.ru/>

4.ЭБ eLibrary https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp

5.American Institute of Physics <http://aip.scitation.org/>

6.American Physical Society - APS Online Journals <https://journals.aps.org/about>

7.EBSCO Publishing – INSPEC
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/basic?sid=e7fb50ae-1091-42b7-9d26-43e3a1eb4f4d%40sessionmgr102&vid=0&hid=107>

8.Web of Science
http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=F51xbbgjnjnOdTHHnpOs&preferencesSaved

9. SCOPUS <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>

10. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" <https://biblioclub.ru/>

11. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>

ТвГУ имеет подписку на коллекцию из 331 российских журналов в полнотекстовом электронном виде, в том числе:

Alma mater (Вестник высшей школы)

Вопросы статистики

Журнал вычислительной математики и математической физики

Известия высших учебных заведений. Математика

Известия Российской академии наук. Серия физическая

Известия Российской академии наук. Теория и системы управления

Инновации в образовании

Стандарты и качество

Школьные технологии

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Образовательный математический портал

<http://www.exponenta.ru/>

Cloud of science

http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2374

Computational nanotechnology

http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2362

Control Engineering Россия

http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2333

Вестник БГУ. Серия 1. Физика. Математика. Информатика

http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2495

Современные технологии. Системный анализ. Моделирование

http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2606

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Самостоятельная работа включает следующие виды самостоятельной работы студентов: работа с рекомендованной учебной литературой; выполнение домашних заданий; подготовка к зачёту.

Организуя свою учебную работу, студенты должны:

Во-первых, выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д.

Во-вторых, ознакомиться с указанным в методическом материале по дисциплине перечнем учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также с методическими материалами на бумажных и/или электронных носителях, выпущенных кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий.

1. Работа с учебными пособиями. Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Необходимо усвоить определения и понятия, уметь приводить их точные формулировки, приводить примеры объектов, удовлетворяющих этому определению. Кроме того, необходимо знать круг фактов, связанных с данным понятием. 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.

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 зачету. При подготовке к зачету студенты должны использовать как самостоятельно подготовленные конспекты, так и материалы, полученные в ходе лекций.

Примеры практических заданий:

1. Оценить точность аппроксимации двумерного численного массива полиномом в системе Maple в C метрике и в метрике L_2 .
2. Написать программу аппроксимации функции $f(x, y) = xe^{xy}$, $x \in (0, 1), y \in (0, 1)$ полиномом от двух переменных с точностью не превосходящей 0.001 в пакете CurveFitting системы Maple.
3. Написать программу аппроксимации одномерного численного массива полиномом в системе Maple.
4. Написать программу аппроксимации функции $f(x, y) = xe^{xy}$, $x \in (0, 1), y \in (0, 1)$ полиномом 6-й степени от двух переменных в пакете CurveFitting системы Maple.
5. Написать программу аппроксимации двумерного численного массива полиномом в системе Maple.
6. Сделайте постановку задачи об аппроксимации функции трех переменных полиномом на компакте с оценкой точности в C метрике и в метрике L_2 .

7. Написать программу вычисления фрактальной размерности мгновенного сердечного ритма box-методом.
8. Написать программу вычисления фрактальной размерности временного ряда цены на нефть методом Ричарда.
9. Написать программу вычисления фрактальной размерности множества "Змейка" box-методом.
10. Написать программу вычисления параметров МФД регулярного МСР методом градиентного спуска в системе Maple.
11. Написать программу вычисления параметров МФД регулярного МСР регуляризованным методом ньютона в системе Maple.
12. Написать программу вычисления параметров МФД глобальной температуры Земли методом градиентного спуска в системе Maple.
13. Написать программу вычисления параметров МФД глобальной температуры Земли регуляризованным методом ньютона в системе Maple.
14. Написать программу вычисления параметров МФД МСР вблизи катастрофы (скачка) методом градиентного спуска в системе Maple.
15. Написать программу вычисления параметров МФД МСР вблизи катастрофы (скачка) регуляризованным методом ньютона в системе Maple.

Вопросы к зачёту:

1. Метод наименьших квадратов в системе Maple.
2. Пакет CurveFitting системы Maple.
3. 2-D графика в системе Maple.
4. 3-D графика в системе Maple.
5. Аппроксимация временных рядов многочленами в Maple.
6. Алгоритм аппроксимации двумерных массивов полиномом в Maple.
7. Алгоритм аппроксимации на компакте функции нескольких переменных полиномом в Maple.
8. Вычисление фрактальной размерности временных рядов с использованием метода Ричарда в системе Maple.
9. Вычисление фрактальной размерности box-методом в системе Maple.
10. Математическая модель МФД.
11. Построение функций МСР и ее разностной производной в системе Maple.

12. Скачки (катастрофы) временных рядов в модели МФД.
13. Система уравнений, определяющая параметры временных рядов в модели МФД в области скачков.
14. Метод градиентного спуска в системе Maple.
15. Метод градиентного спуска с оптимальным выбором шага в системе Maple.
16. Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений и его регуляризация в системе Maple.
17. Решение системы нелинейных уравнений, определяющей параметры временных рядов в модели МФД в области скачков с использованием метода градиентного спуска в системе Maple.
18. Решение системы нелинейных уравнений, определяющей параметры временных рядов в модели МФД в области скачков с использованием регуляризованного метода ньютона в системе Maple.

VII. Материально-техническое обеспечение

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|--|--|
| Учебная аудитория. Математический кабинет №213 (170002 Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35) | Компьютер: (процессор Core i5-2400+монитор LC E2342T) – 10 шт., Графопроектор, Мультимедийный комплект учебного класса. |
| Учебная аудитория №305 (170100 Тверская обл., г. Тверь, ул. Трехсвятская, д. 16/31) | Принтер струйный DJ HP 5652, A4, LPT, USB, Компьютер AS S939 AMD ATHLON 63 3500+ Монитор 17" NEC – 2 шт., Принтер лазерный CANON LBP – 3000 A4, Процессор XEROX WC PE 114e, Компьютер SINTO – 2 шт., ИБП UPS BK650EI – 2 шт. |
| Учебная аудитория №19 (170002 Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35) | Интерактивная система Smart Board 880I4 со встроенным проектором и системой управления. |

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

| №п.п. | Обновленный раздел рабочей программы дисциплины | Описание внесенных изменений | Реквизиты документа, утвердившего изменения |
|-------|---|------------------------------|---|
| 1. | | | |
| 2. | | | |