

Методические указания для студентов

Лекционный курс

Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. При изучении теоретического материала следует использовать конспект лекций и дополнять его материалами из учебников, рекомендованных в качестве основной и дополнительной литературы по дисциплине. Важно обращать внимание на способы получения расчетных формул методов и методику оценки погрешности полученного численного решения. Если для решения одной и той же задачи можно использовать несколько методов, то необходимо понять особенности их использования и преимущества (по памяти, по времени, устойчивости к вычислительным погрешностям). Для лучшего усвоения теории необходимо знакомиться с демонстрационными примерами, которые расположены в разделе дисциплины в единой информационной образовательной среде университета.

Конспекты лекций следует использовать при подготовке к практическим занятиям, при подготовке к опросу, тестированию, экзамену, при выполнении самостоятельных заданий и подготовке к обсуждению полученных результатов при защите выполненных заданий

Практические (семинарские) занятия

Практические занятия по дисциплине «Численные методы» направлены на закрепление теоретических знаний студентов и развитию навыков реализации алгоритмов вычислительных методов, необходимых для решения математических задач в процессе компьютерного моделирования. Практические занятия организованы по следующему плану:

№	Темы практических занятий	Неделя
1.	Введение в систему MATHEMATICA. Алгебраические и символьные вычисления. Вычисление машинного эпсилон. Примеры накопления ошибок в вычислениях.	1
2.	Основные типы матриц, их свойства. Работа с матрицами в пакете MATHEMATICA. Вычисление норм векторов и матриц. Функции в пакете MATHEMATICA для решения СЛАУ. Алгоритмы LU и QR декомпозиции матриц.	2
3.	Тест № 1 по материалам лекций. Взаимопроверка. Обсуждение ответов. Решение СЛАУ методами LU и QR – разложения матриц.	3
4.	Реализация алгоритма метода прогонки. Проверка работы алгоритма на демонстрационном примере построения сплайна.	4
5.	Тест № 2 по материалам лекций. Взаимопроверка. Обсуждение ответов. Решение СЛАУ итерационными методами Якоби и Зейделя, оценка точности полученного решения, обсуждение результатов	5
6.	Алгоритм метода Данилевского. Пошаговая демонстрация. Обсуждение и реализация для матриц произвольной размерности.	6
7.	Нахождение собственных значений симметричных, положительно определенных матриц методом QR разложения.	7

8.	<i>Тест № 3</i> по материалам лекций. Взаимопроверка. Обсуждение ответов. Методы локализации корней нелинейных уравнений. Обсуждение демонстрационных примеров. Итерационные методы уточнения корней, особенности реализации и способы оценки погрешности полученного решения. Решение нелинейных уравнений методами простых итераций.	8
9.	Решение нелинейных уравнений методами итераций, Ньютона (в разных модификациях). Сравнение скоростей сходимости различных методов. Алгоритмы итерационных методов решения систем нелинейных уравнений.	9
10.	Функции в пакете MATHEMATICA для решения задачи приближения функций. Решение задач интерполяции с помощью многочленов Лагранжа, Ньютона, схемы Эйткена.	10
11.	<i>Тест № 4</i> по материалам лекций. Взаимопроверка. Обсуждение ответов. Обсуждение и реализация алгоритмов кусочно-полиномиальной интерполяции (линейной, квадратичной, с помощью многочлена Эрмита),	11
12.	Обсуждение и реализация алгоритмов построения параболического и кубического сплайнов. Обсуждение результатов	12
13.	Построение многочлена наилучшего среднеквадратичного приближения. Вывод формул эмпирических зависимостей с помощью МНК на примере способа «выравнивания данных».	13
14.	<i>Тест № 5</i> по материалам лекций. Взаимопроверка. Обсуждение ответов. Численное интегрирование с помощью встроенных функций пакета MATHEMATICA и по формулам Гаусса. Обсуждение демонстрационных примеров Численное интегрирование по формулам трапеций, Симпсона. Построение алгоритмов численного интегрирования с автоматическим выбором шага с использованием правила Рунге апостериорной оценки погрешности.	14
15.	<i>Тест № 6</i> по материалам лекций. Взаимопроверка. Обсуждение ответов. Практика в использовании функций системы MATHEMATICA для решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка и систем таких уравнений. Реализация методов Эйлера и Рунге-Кутты с постоянным шагом интегрирования.	15
16.	Разбор демонстрационного примера реализации алгоритма автоматического выбора шага. Использование методов типа «прогноз-коррекция» на основе методов Адамса для решения задачи Коши для ОДУ.	16
17.	Заключительное занятие. Подведение итогов и оценка работы в семестре согласно балльно-рейтинговой системе выставления оценки	17

Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. По шести тематическим блокам проводится тестирование. Обсуждение верных ответов проводится сразу после окончания теста. Во время практических занятий планируется защита выполненных индивидуальных заданий. Выполнение заданий происходит на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы студентов. Оценивание практических заданий входит в накопленную балльную оценку.

Методические рекомендации для преподавателя

При реализации дисциплины «Численные методы» проводятся лекционные и практические занятия, а также отводится время на самостоятельную работу студентов.

При подготовке конспекта лекций необходимо сосредоточить внимание студентов на главных позициях каждого раздела. Формулировки основных понятий, определений и теорем полезно разместить в презентациях, сопровождающих лекцию.

Иллюстративный материал в презентациях должен отражать специфику рассматриваемых задач и численных методов для их использования. Для иллюстрации сходящихся итерационных алгоритмов можно использовать анимацию, выполненную как средствами MS Power Point, так и средствами математических программных систем.

Практические занятия дают студенту возможность сформировать детальное представление о предмете изучения в дисциплине «Численные методы» и закрепить материал лекций на практике. К этим занятиям необходимо подготовить демонстрационные примеры, которые позволят понять суть рассматриваемого численного метода и границы его применимости. Демонстрационный материал можно подготовить с помощью какой-либо математической системы. Это позволит студентам ознакомиться с возможностями современных компьютерных платформ для проведения математических расчетов, в том числе и в символьном виде. Некоторые громоздкие выкладки можно не проводить на лекциях, а вынести их получение на семинары и использовать возможности символьных вычислений в среде Mathematica или близких к ней по функциям Maple, Mathics и др.

В то же время, не следует ограничивать студентов в выборе среды для реализации алгоритмов в индивидуальных практических заданиях. Использование уже известных студентам сред программирования вполне допустимо.

Учебные материалы и задания для самостоятельной работы должны размещаться на выделенном для дисциплины ресурсе общего доступа единой информационной образовательной среды (ЕИОС) университета и должны быть структурированы по тематическим разделам.

Материалы к разделам, как правило, включают:

- теоретическую справку по основным понятиям и численным методам, изучаемым в разделе;
- демонстрационные примеры, выполненные в среде Mathematica;
- варианты индивидуальных практических заданий к разделам;
- методические рекомендации для выполнения заданий с примерами выполнения;

При изучении дисциплины предусматривается использование интерактивных форм проведения занятий.

Руководство работой студентов *на лекционных занятиях* со стороны преподавателя осуществляется в следующих формах:

- требование вести конспекты, обучение конспектированию;
- использование приемов управления вниманием: контрольные вопросы, риторические вопросы, варьирование интонации, другие ораторские приемы;
- использование приемов закрепления: повторение основных положений и выводов с использованием различных формулировок, вопросы к аудитории на проверку внимания;
- проведение на лекции блиц-опроса по теме/темам предыдущих лекций.

Форма проверки знаний студентов и способности применять их на практике (степени овладения соответствующими компетенциями) по результатам работы *на практических занятиях* включает контроль непосредственного участия студента на занятии (присутствие и активное участие), выполнение и защиту индивидуальных заданий.

В течение семестра на практических занятиях, на которых начинается изучение нового раздела дисциплины, рекомендуется проводить короткое тестирование, цель которого проверить усвоение лекционного материала. Ответы на вопросы теста обсуждаются сразу по его окончанию. Рекомендуется использовать взаимопроверку ответов студентов и последующую дискуссию по обоснованию верных ответов.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Численные методы», предусмотренная учебным планом, выполняется в ходе семестра в форме:

- изучения отдельных вопросов тематического плана дисциплины на основе рекомендованной учебной литературы;
- подготовки к семинарским занятиям;
- выполнения домашних работ;
- подготовки к экзамену.

При организации самостоятельной работы студенту рекомендуется:

- Внимательно изучать материалы лекционного курса и темы, предлагаемые для самостоятельного изучения.
- Составить подборку литературы, достаточную для изучения предлагаемых тем, используя список основной и дополнительной литературы, указанной в программе дисциплины, а также рекомендуемые периодические издания и интернет источники. Рекомендуется также использовать справочную литературу – энциклопедии, словари,

тематические, терминологические справочники, раскрывающие категориально-понятийный аппарат. Необходимо активно использовать библиотечно-информационные ресурсы и знакомиться с научными изданиями из электронных баз данных, на доступ к которым у библиотеки университета есть лицензионное соглашение.

– Основное содержание той или иной проблемы следует уяснить, изучая учебную литературу. Возникающие вопросы можно выяснить на лекциях и практических занятиях или обратиться за индивидуальной консультацией к преподавателям дисциплины.

– Абсолютное большинство проблем носит не только теоретический, умозрительный характер, но тесно связаны с практикой проведения вычислительного эксперимента для изучения реальных процессов в физических и социальных системах. Это предполагает наличие у студентов не только знания категорий и понятий, но и умения использовать их в качестве инструмента для анализа в профессиональной деятельности. Поэтому студент должен совершать собственные, интеллектуальные усилия, а не только механически заучивать понятия и положения.

– В качестве самостоятельной работы студенты выполняют индивидуальные практические задания по реализации алгоритмов численных методов. Прием и выдача заданий осуществляются преподавателем, ведущим семинары, согласно графику выполнения самостоятельной работы.

– При приеме задания студенту могут быть заданы вопросы, отражающие основные положения теории конкретного численного метода и особенности его практической реализации. Вопросы, на которые следует обратить внимание при сдаче заданий, сформулированы в учебных материалах к разделу и находятся на выделенном для дисциплины ресурсе ЕИОС. Если какие-то вопросы вызывают трудности при подготовке ответа, необходимо задать их на лекции, практическом занятии, или выяснить их на индивидуальной консультации с преподавателем.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Бахвалов Н.С. Численные методы: Учебное пособие для вузов / Бахвалов Николай Сергеевич, Жидков Николай Петрович, Кобельков Георгий Михайлович - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004, 2006, 2008. - 636 с. - (Классический университетский учебник).
2. Калиткин Н.Н. Численные методы: Учебное пособие для студентов университетов и высших технических учебных заведений / Калиткин Н.Н.; Под ред. А.А.Самарского. - 2-е изд., испр. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 592с.: ил. - (Учебная литература для вузов). Гриф: Научно-методический совет по математике Министерства образования и науки РФ
3. Численные методы [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / У. Г. Пирумов [и др.] ; под ред. У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 421 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03141-6 // Электронная библиотека Юрайт. — URL: <https://biblio-online.ru/viewer/43F523F2-5AD9-448D-A8FF-212707F6A238> (дата обращения: 03.06.2017). — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю.

Дополнительная литература

1. Барахнин В.Б. Введение в численный анализ: Учебное пособие / Барахнин Владимир Борисович, Шапеев Василий Павлович. - СПб.: Лань, 2005. - 112 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Жидков Е.Н. Вычислительная математика: Учебное пособие для студентов вузов / Жидков Евгений Николаевич; Рец. Ю.Е.Нестерихин, Е.Б.Ланеев. - М.: Академия, 2010. - 208 с. - (Высшее профессиональное образование: Естественные науки). Гриф: Научно-методический совет по математике Министерства образования и науки РФ.
3. Зализняк В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. Е. Зализняк. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 356 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02714-3 // Электронная библиотека Юрайт. — URL: <https://biblio-online.ru/viewer/9D9516CB-A065-4497-9062-5D8C77D8E644> (дата обращения: 03.06.2017). — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю.

Периодические издания

1. Вестник Московского университета. [Электронный ресурс]: Серия 15, Вычислительная математика и кибернетика: научный журнал / учредитель: Моск. гос. ун-т им. М.В.

Ломоносова, фак-т вычислительной математики и кибернетики. - М.: МГУ. // Elibrary.ru
Научная электронная библиотека URL: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=8373. — Режим доступа: ограниченный.

2. Журнал вычислительной математики и математической физики [Электронный ресурс] / РАН, Вычислительный центр РАН; гл. ред. Ю.С. Осипов. - М.: МАИК НАУКА. // Elibrary.ru Научная электронная библиотека URL: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=7791. — Режим доступа: ограниченный.
3. Вычислительные технологии [Электронный ресурс]/ Ин-т вычислительных технологий СО РАН; гл. ред. Ю.И. Шокин. — Новосибирск: РАН. Сибирское отделение.// Elibrary.ru Научная электронная библиотека URL: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=8610. — Режим доступа: ограниченный

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронно-библиотечные системы и базы данных научного содержания

1. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] / изд-во «Директ-Медиа». — [М.] : Директ-Медиа, 2001 - 2017. — Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>, ограниченный.
2. ЮРАЙТ [Электронный ресурс]: Электронная библиотека / ООО «Электронное издательство Юрайт». — [М.] : Юрайт, 2017. — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>, ограниченный.
3. Znanium. com [Электронный ресурс]: Электронно-библиотечная система / ООО «Научно-издательский центр Инфра-М». — [М.] : Инфра-М, 2011-2017. — Режим доступа: <http://znanium.com/>, ограниченный.
4. East View [Electronic resource] : Universal Databases / East View Information Services. — 2017. — Access mode: <http://dlib.eastview.com>, limited
5. Elibrary.ru [Электронный ресурс]: Научная электронная библиотека. — [М.] : ООО Научная электронная библиотека, 2000 - 2017. — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, ограниченный.
6. Консультант студента [Электронный ресурс]: Многопрофильный образовательный ресурс. — [М.] : ООО Политехресурс, 2013 - 2017. — Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>, ограниченный.

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Официальные ресурсы компании Wolfram Research (на английском языке):
 - Wolfram MathWorld — Режим доступа: <http://mathworld.wolfram.com>, свободный.
 - Видео-ресурсы компании Wolfram Research — Режим доступа: <http://wolfram.com/broadcast>, свободный

2. Ресурсы на русском языке:

- Сайт Русскоязычной поддержки Wolfram Mathematica — Режим доступа: <http://wolframmathematica.ru>, свободный.
- Краткое руководство Mathematica (в переводе Андрея Зеленицы) — Режим доступа: <http://wolframmathematica.ru/articles/краткое-руководство-mathematica-от-андрея-зеленицы> , свободный
- Канал YouTube (лекции, уроки, семинары, записи выступлений) — Режим доступа: <http://www.youtube.com/user/WolframMathematicaRu> , свободный.

3. Свободно распространяемые математические программные системы:

- Mathics (альтернатива Wolfram Mathematica для образовательных целей) — Режим доступа: <http://mathics.github.io/> , свободный.
- Облачный ресурс для работы с Wolfram Mathematica в браузере — Режим доступа: <https://lab.open.wolframcloud.com/app/> , свободный.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)

Используется лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Office 2013 (MS Power Point 2013, MS Word 2013, MS Excel 2013, MS Access 2013.
- Wolfram Mathematica.