

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра прикладной математики и информатики

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____ Ю. А. Устименко
«23» июня 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.В.ДВ.02.02 Вычислительный эксперимент**

Направление подготовки: **01.03.02 Прикладная математика и информатика**
Направленность (профиль): **Математическое и информационное моделирование**
Форма обучения: очная
Курс – 3
Семестр – 5
Всего зачетных единиц – 2, часов – 72

Форма отчетности: зачет – 5 семестр

Программу разработала
кандидат физико-математических наук, Винокурова А.С.

Одобрена на заседании кафедры
«16» июня 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой _____ С.В. Козлов

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Вычислительный эксперимент» входит часть, формируемую участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) учебного плана по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, направленность (профиль) Математическое и информационное моделирование.

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента формируются на основе программы среднего (полного) общего образования по математике и базовых дисциплин, изученных студентами на первых- вторых курсах таких как: Алгебра и геометрия, Языки и методы программирования, Математический анализ, Численные методы, Дискретная математика, Линейная алгебра, Функциональный анализ.

Приобретенные в результате изучения дисциплины знания, умения и навыки оттачивают полученные знания практически во всех без исключения математических дисциплинах, модулях и практиках.

Отметим, что методы изучаемые в дисциплине находят широчайшее применение практически во всех естественных науках, а также в различных областях техники, в социально-экономических исследованиях и др. Вот почему курс «Вычислительный эксперимент» занимает важное место в предметной подготовке по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, направленность (профиль) Математическое и информационное моделирование.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-1. Способен осуществлять поиск, анализ, систематизацию научной информации в области прикладной математики и информатики для реализации научно-исследовательских проектов и решения прикладных задач по проектированию и разработке программного обеспечения.	Знает: теоретические основы и технологии организации научно-исследовательской деятельности. Умеет: осуществлять поиск, анализ, систематизацию научной информации в области прикладной математики и информатики для реализации научно-исследовательских проектов и решения прикладных задач по проектированию и разработке программного обеспечения. Владеет: навыками организации и проведения научно-исследовательской деятельности в ходе выполнения профессиональных функций.
ПК-2. Способен анализировать требования и проектировать программное и информационное обеспечение компьютерных сетей, вычислительные модели и модели данных для реализации элементов новых (или известных) программных продуктов.	Знает: возможности существующей программно-технической аппаратуры, современных и перспективных средств разработки программных продуктов, технических средств; методологии разработки программного обеспечения, технологии программирования; методы и средства проектирования программного обеспечения, баз данных, программных интерфейсов; принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения, типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения; методики формализации и алгоритмизации поставленных задач. Умеет: проводить анализ требований к программному обеспечению, вырабатывать

	<p>варианты их реализации, проводить оценку и обоснование вырабатываемых решений; использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения, применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов; использовать методы и приемы формализации и алгоритмизации задач, применять стандартные алгоритмы, использовать программные средства для графического отображения алгоритмов.</p> <p>Владеет: методами анализа возможностей реализации требований к программному обеспечению, оценки времени и трудоемкости их реализации, навыками по проектированию программного обеспечения, баз данных, программных интерфейсов, информационных ресурсов сети Интернет.</p>
--	--

3. Содержание дисциплины

- 1. Математическое моделирование и решение прикладных задач с применением ЭВМ.** Математическое моделирование и процесс создания математической модели. Основные этапы решения прикладной задачи с применением ЭВМ. Вычислительный эксперимент.
- 2. Введение в элементарную теорию погрешностей.** Источники и классификации погрешностей результата численного решения задачи. Приближенные числа. Абсолютные и относительные погрешности. Погрешность арифметических операций над приближенными числами. Погрешность функции. Особенности машинной арифметики.
- 3. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений.** Постановка задачи. Повторение основных приемов. Метод Холецкого (метод квадратных корней). Метод прогонки. QR- разложение матрицы. Методы вращений и отражений.
- 4. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.** Метод простой итерации. Метод Зейделя. Метод релаксации.
- 5. Методы отыскания решений систем нелинейных уравнений.** Постановка задачи. Основные этапы решения. Метод простой итерации. Метод Ньютона. Модификация метода Ньютона.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			лекции	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1	Математическое моделирование и решение прикладных задач с применением ЭВМ.	12	2	2	8
2	Введение в элементарную теорию погрешностей.	12	2	2	8
3	Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	16	4	4	8
4	Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	16	4	4	8

5	Методы отыскания решений систем нелинейных уравнений.	16	4	4	8
ИТОГО		72	16	16	40

5. Виды образовательной деятельности

Лекции

1. **Математическое моделирование и решение прикладных задач с применением ЭВМ.** Математическое моделирование и процесс создания математической модели. Основные этапы решения прикладной задачи с применением ЭВМ. Вычислительный эксперимент.

2. **Введение в элементарную теорию погрешностей.** Источники и классификации погрешностей результата численного решения задачи. Приближенные числа. Абсолютные и относительные погрешности. Погрешность арифметических операций над приближенными числами. Погрешность функции. Особенности машинной арифметики.

3-4. **Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений.** Постановка задачи. Повторение основных приемов. Метод Холецкого (метод квадратных корней). Метод прогонки. QR- разложение матрицы. Методы вращений и отражений.

5-6. **Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.** Метод простой итерации. Метод Зейделя. Метод релаксации.

7-8. **Методы отыскания решений систем нелинейных уравнений.** Постановка задачи. Основные этапы решения. Метод простой итерации. Метод Ньютона. Модификация метода Ньютона.

Лабораторные работы

Лабораторная работа №1. Освоить основные приемы работы с языком программирования Python. Абсолютные и относительные погрешности.

Цель работы: изучить синтаксис основных математических операций. Освоить источники и классификации погрешностей результата численного решения задачи. Научиться различать точные и приближенные числа. Правильно записывать их. Научиться рассчитывать абсолютные и относительные погрешности, погрешность арифметических операций над приближенными числами, погрешность функции. Освоить особенности машинной арифметики.

Задание. Задать числовые, буквенные выражения и вычислить их. Дается функция. Даются приближенные входные данные. Требуется определить точность итоговых расчетов.

Лабораторная работа №2. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Постановка задачи. Повторение основных приемов.

Цель работы: научиться находить точное решение системы линейных уравнений.

Задание. Дается система линейных уравнений. Необходимо с помощью разных методов найти ее точное решение.

Лабораторная работа №3. Метод Холецкого (метод квадратных корней). Метод прогонки.

Цель работы: научиться новому методу нахождения точных решений системы линейных уравнений.

Задание. Дается система линейных уравнений. Необходимо с помощью метода Холецкого найти ее точное решение. Научиться новому методу нахождения точных решений системы линейных уравнений.

Задание. Дается система линейных уравнений. Необходимо с помощью метода прогонки найти ее точное решение.

Лабораторная работа №4. Метод ортогонализации. Метод простой итерации.

Цель работы: научиться новым методам нахождения точных решений системы линейных уравнений.

Задание. Задается система линейных уравнений. Необходимо с помощью метода ортогонализации найти точное решение. Необходимо с помощью метода простой итерации найти численное решение системы.

Лабораторная работа №5. Метод Зейделя. Метод релаксации.

Цель работы: научиться новым методам нахождения численного решения системы линейных уравнений. Научиться новым методам нахождения численного решения системы линейных уравнений.

Задание. Задается система линейных уравнений. Необходимо с помощью метода Зейделя найти ее численное решение. Задается система линейных уравнений. Необходимо с помощью метода релаксации найти ее численное решение.

Лабораторная работа №6. Метод Монте-Карло

Цель работы: научиться новым методам нахождения численного решения системы линейных уравнений.

Задание. Задается система линейных уравнений. Необходимо с помощью метода Монте-Карло найти ее численное решение.

Лабораторная работа №7. Решение линейных систем общего вида. Метод простой итерации.

Цель работы: научиться решать линейные системы общего вида.

Задание. Задается система общего вида. Решить её методом простой итерации, создав соответствующую программу.

Лабораторная работа №8. Решение линейных систем общего вида. Метод Ньютона. Решение линейных систем общего вида. Модифицированный метод Ньютона.

Цель работы: научиться решать линейные системы общего вида.

Задание. Задается система общего вида. Решить её методом Ньютона, создав соответствующую программу. Задается система общего вида. Решить её модифицированным методом Ньютона, создав соответствующую программу.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению дисциплины, обучающимся целесообразно ознакомиться с ее рабочей программой, основной и дополнительной литературой, имеющейся в библиотеке университета, а также с предлагаемым перечнем заданий. Дисциплина «Вычислительный эксперимент» относится к вариативным дисциплинам, изучаемым в университете. В ходе изучения дисциплины уделяется внимание как теоретическому усвоению основных понятий дисциплины, так и приобретению, развитию и закреплению компетенций, практических навыков и умений.

Лекционные занятия

На лекционных занятиях вводится соответствующий терминологический аппарат, раскрываются основные вопросы рассматриваемой темы, делаются акценты на наиболее важные, сложные и проблемные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты во внимание. Умение сосредоточенно слушать лекции, активно воспринимать излагаемые сведения - важнейшее условие освоения данной дисциплины. В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращая внимание на самое важное и существенное в нем.

Лабораторные занятия

На лабораторных занятиях, ориентированных на предметную область будущей профессиональной деятельности обучающихся, выборочно контролируется степень усвоения студентами основных теоретических положений, прививаются и отрабатываются практические умения и навыки. В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. При этом важно учитывать рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

Организация внеаудиторной деятельности обучающихся

Внеаудиторная деятельность обучающегося по данной дисциплине предполагает самостоятельный поиск информации, необходимой, во-первых, для выполнения заданий самостоятельной работы (инвариантной и вариативной частей) и, во-вторых, подготовку к текущей и промежуточной аттестации. Успешная организация времени по усвоению данной дисциплины во многом зависит от наличия у обучающегося умения самоорганизовать себя и своё время для выполнения предложенных домашних заданий. Самостоятельная работа направлена на получение дополнительной информации по изучаемой теме, на самообразование и совершенствование знаний в каком-либо вопросе. Полноценное усвоение положений дисциплины предполагает, что обучающиеся: - систематически с использованием рекомендованной литературы и электронных источников информации закрепляют знания, полученные на лекциях; - находят решения проблемных вопросов, поставленных преподавателем в ходе лекций и практических занятий; - регулярно и своевременно изучают материал, выданный преподавателем на самостоятельную проработку; - выполняют практические задания, предназначенные для самостоятельной работы.

Подготовка к зачету

В процессе подготовки к зачету обучающемуся рекомендуется так организовать свою учебу, чтобы все виды работ и заданий, предусмотренные рабочей программой, были выполнены в срок. Основное в подготовке к зачету - это выполнение в срок всех лабораторных работ. При подготовке к защите к лабораторной работе целесообразно повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, заданий, которые выносятся на зачет, и содержащихся в данной программе.

Самостоятельная работа

Текущая самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студентов и развитие их практических умений. Она заключается в работе с лекционными материалами, поиске и обзоре литературы и электронных источников, информации по заданным темам курса, опережающей самостоятельной работе, в изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к лабораторным занятиям.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов состоит в:

- проработке лекционного материала, составлении конспекта лекций по темам, вынесенным на самостоятельное изучение;
- выполнении домашних заданий.

Темы для самостоятельного изучения

1. Основные этапы решения прикладной задачи с применением ЭВМ.
2. Абсолютные и относительные погрешности.
3. Особенности машинной арифметики.
4. QR- разложение матрицы.
5. Метод релаксации.
6. Модификация метода Ньютона.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Задания для лабораторных занятий

Задачи по темам курса предложены к каждому лабораторному занятию.

Задания для лабораторных и самостоятельной работ, образцы решений основных типовых задач практики также размещены в ЭИОС СмолГУ (www.moodle.smolgu.ru).

Критерии оценивания выполнения лабораторных работ

Нормы оценивания каждой лабораторной работы:

№п/п	Структурная часть работы	Количество баллов (*)
1	Ответ на теоретические вопросы по теме лабораторной работы	1 балл
2	Демонстрация выполнения конкретного задания, предложенного для самостоятельного решения к лабораторной работе	2 балла

(*) с возможностью градации до 0,25 балла.

Шкала оценивания. Оценка «зачтено» за лабораторную работу выставляется, если набрано не менее 2 баллов, в противном случае за работу выставляется «не зачтено».

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

В конце семестра студенты сдают зачет.

Вопросы к зачету

1. Этапы решения прикладной задачи. Математическая постановка задачи. Математическая модель. Моделирование. Анализ, интерпретация результатов.
2. Точное значение результата. Неустраняемая погрешность. Погрешность метода. Вычислительная погрешность.
3. Абсолютная и относительная погрешности. Правила записи и округления чисел.
4. Верная цифра числа. Сомнительная цифра числа. Значащая цифра числа. Погрешность округления. Верная в строгом смысле цифра числа.
5. Алгоритм определения в числе x верных в строгом смысле цифр при заданной относительной погрешности.
6. Метод Гаусса для решения системы линейных уравнений.
7. Программная реализация прямого хода метода Гаусса.
8. Программная реализация обратного хода метода Гаусса.
9. Вычисление определителя. Обращение матрицы.
10. Математическая модель трёхдиагональной матрицы. Метод прогонки.
11. Метод простых итераций при решении системы линейных уравнений.
12. Метод релаксации при решении системы линейных уравнений.
13. Метод Монте-Карло для нахождения численного решения системы линейных уравнений.
14. Решение систем линейных уравнений методом ортогонализации.
15. Решение линейных систем общего вида. Метод простой итерации.
16. Решение линейных систем общего вида. Метод Ньютона.
17. Решение линейных систем общего вида. Модифицированный метод Ньютона.

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«зачтено»	Выполнено и защищено более 50% лабораторных работ. Ответы на устном зачете соответствуют вопросу.
«не зачтено»	Выполнено и защищено менее 50% лабораторных работ. Ответы на устном зачете не соответствуют вопросу.

Критерий получения зачета

Зачет выставляется по результатам работы студента в течение семестра.

Для получения зачета студент должен:

- уметь отвечать на теоретические вопросы, рассмотренные на лекциях;
- уметь решать задачи, предложенные на лабораторных занятиях;
- уметь решать задачи, предложенные на зачетной контрольной работе.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Сухарев, А. Г. Численные методы оптимизации: учебник и практикум для вузов / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. 3-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2021. 367 с. ISBN 978-5-534-04449-2. Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. URL: <https://urait.ru/bcode/487195>.
2. Численные методы: учебник и практикум для вузов / У. Г. Пирумов [и др.]; под редакцией У. Г. Пирумова. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2021. 421 с. ISBN 978-5-534-03141-6. Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. URL: <https://urait.ru/bcode/468650>.

7.2. Дополнительная литература

1. Михайлов, Г. А. Статистическое моделирование. Методы Монте-Карло: учебное пособие для вузов / Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. М.: Юрайт, 2021. 323 с. ISBN 978-5-534-11518-5. Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. URL: <https://urait.ru/bcode/474241>.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотека <https://urait.ru/>.
3. Математика. URL: <http://www.intuit.ru/departament/mathematics/>;
4. Общероссийский математический портал MATH-NET URL: www.mathnet.ru;
5. Национальный открытый университет (intuit.ru);
6. Национальная платформа открытого образования (opened.ru).

8. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная стандартной учебной мебелью, интерактивной доской, мультимедиапроектором, ноутбуком и колонками.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - компьютерная аудитория с выходом в Интернет.

Помещение для самостоятельной работы – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

9. Программное обеспечение

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный АО «Лаборатория Касперского», лицензия 1FB6-161215-133553-1-6231.

Microsoft Open License, лицензия 49463448 в составе: Microsoft Windows Professional 7 Russian; Microsoft Office 2010 Russian.

PTC Mathcad 15.0 (Лицензия 449732)

Среда Python 3.10.0.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022