

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВПО «ЗабГУ»)

Факультет естественных наук, математики и технологий  
Кафедра информатики, теории и методики преподавания информатики

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
для студентов заочной формы обучения

по дисциплине «Численное (компьютерное) моделирование в  
проектно-исследовательской деятельности»

для направления подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование»  
профиль «Информатика и информационные технологии в образовании»

Общая трудоемкость дисциплины 360 часов, 3 зачетные единицы

| Виды занятий                               | Распределение по семестрам<br>в часах |              |               | Всего<br>часов |
|--|---------------------------------------|--------------|---------------|----------------|
|  | 8<br>семестр                          | 9<br>семестр | 10<br>семестр |                |
| 1  | 2                                     | 3            | 4             | 5              |
| Общая трудоемкость                         | 108                                   | 108          | 144           | 360            |
| Аудиторные занятия, в т.ч.:                | 20                                    | 20           | 10            | 50             |
| лекционные (ЛК)                            | 10                                    | 10           | 4             | 24             |
| практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)        | -                                     | -            | -             | -              |
| лабораторные (ЛР)                          | 10                                    | 10           | 6             | 26             |
| Самостоятельная работа студентов (СРС)     | 88                                    | 88           | 134           | 310            |
| Форма промежуточного контроля в семестре*  | зачет                                 | экзамен      | экзамен       | -              |
| Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) | -                                     | -            | -             | -              |

## Краткое содержание курса

1. Элементарная теория погрешностей.
2. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
3. Методы решения нелинейных уравнений.
4. Аппроксимация функций.
5. Численное дифференцирование.
6. Численное интегрирование.
7. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
8. Методы оптимизации.
9. Компьютерное математическое моделирование. Формализация и моделирование.
10. Задачи динамического моделирования. Моделирование глобальных процессов.
11. Моделирование физических систем и процессов.
12. Моделирование экологических систем и процессов.
13. Моделирование динамики численности популяции.
14. Задачи статистического и имитационного моделирования. Имитационные модели.
15. Моделирование процессов оптимального планирования.
16. Статистические модели. Табличные модели.
17. Объектно-информационные модели. Системный анализ.
18. Графические модели.

## Форма текущего контроля

### Вопросы к экзамену по дисциплине (9 семестр):

1. Численные методы. Понятие погрешности. Источники погрешности. Абсолютная и относительная погрешности.
2. Значащая и верная цифра числа.
3. Погрешности арифметических операций. Эффект потери точности при вычитании двух близких чисел.
4. Решение нелинейных уравнений с одной переменной. Постановка задачи. Отделение корней.
5. Решение нелинейных уравнений с одной переменной методом половинного деления.
6. Решение нелинейных уравнений с одной переменной методом хорд.
7. Решение нелинейных уравнений с одной переменной методом Ньютона.
8. Решение нелинейных уравнений с одной переменной методом простой итерации.
9. Решение систем нелинейных уравнений методом простой итерации и методом Ньютона.
10. Решение системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
11. Решение системы линейных алгебраических уравнений методом простой итерации.
12. Вычисление определителя матрицы методом Гаусса и нахождение обратной матрицы методом Гаусса.
13. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Зейделя.
14. Интерполирование функции многочленом Лагранжа.
15. Метод наименьших квадратов.
16. Интерполирование функции многочленом Ньютона.
17. Вычисление определенных интегралов методом прямоугольников.
18. Вычисление определенных интегралов методом трапеции.
19. Вычисление определенных интегралов методом Симпсона.
20. Квадратурная формула Ньютона-Котеса и коэффициенты Котеса.
21. Разностные схемы решения дифференциальных уравнений.
22. Метод Эйлера для решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений.

23. Численное дифференцирование (с помощью конечных разностей и с помощью интерполяционных многочленов).
24. Одномерные и многомерные методы оптимизации.

Вопросы к экзамену по дисциплине (10 семестр):

- 1 Определение понятий «модель», «моделирование», «формализация». Этапы компьютерного математического моделирования.
- 2 Виды классификаций моделей. Основные принципы формализации процесса.
- 3 Основы динамического моделирования. Определение понятия «глобальная модель». Примеры.
- 4 Структура глобальной модели. Первичные взаимосвязи между ними. Характеристика результатов глобального моделирования.
- 5 Моделирование процессов на основе 2-го закона Ньютона. Принцип дискретизации. Оценка погрешности. Погрешность дискретизации.
- 6 Движение с учетом сопротивления окружающей среды: Свободное падение тела; Движение тела под углом к горизонту.
- 7 Колебательное движение маятника с учетом сопротивления окружающей среды.
- 8 Движение небесных тел (задача «двух тел»)
- 9 Движение заряженных частиц в электрическом поле.
- 10 Социальная экология. Основные направления. Моделирование продукционного процесса растений. Граница адекватности.
- 11 Классическая экология. Динамика развития популяции с дискретным размножением с учетом внутривидовой конкуренции.
- 12 Динамика развития популяции с непрерывным размножением с учетом внутривидовой конкуренции. Логистическая модель.
- 13 Логистическая модель межвидовой конкуренции.
- 14 Моделирование системы «хищник-жертва».
- 15 Имитационное моделирование динамики популяций. Имитация модели. Детерминированное моделирование.
- 16 Модели случайных процессов. Понятия о случайных процессах.
- 17 Теория массового обслуживания. Методы математической статистики. Построение оптимизационных имитационных моделей.
- 18 Построение многокритериальных моделей.
- 19 Постановка задачи оптимального планирования (задачи класса линейного программирования). Математическая модель оптимального планирования.
- 20 Регрессионные статистические модели. Метод наименьших квадратов.
- 21 Моделирование корреляционных связей.
- 22 Типы представления данных в таблицы. Двоичные матрицы.
- 23 Объект. Свойства объекта. Состояние объекта. Поведение объекта. Класс объектов. Иерархии классов. Наследование.
- 24 Система. Состав системы. Подсистемы. Структура системы. Типы связей в системах. Системный эффект. Модели систем.
- 25 Графы. Графическое моделирование результатов научных исследований. Семантические сети.
- 26 Анализ запутанных ситуаций. Смысловая структура фраз.
25. Смысл математических выражений. Модели на двудольных графах. Механизмы вывода на графах.
26. Модели, методы и алгоритмы двумерной и трехмерной машинной графики.

# 1. Образцы материалов для проведения текущего и промежуточного (модульного контроля)

## Пример итогового теста по дисциплине (8 семестр):

**Инструкция: при выполнении заданий А1-А10 необходимо поставить букву правильного ответа в соответствующую ячейку.**

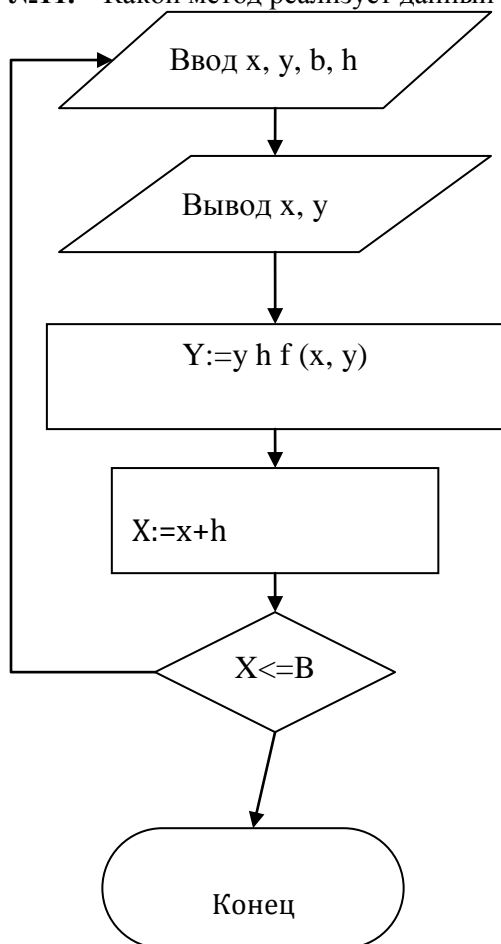
- №1.** Точность приближенного числа зависит от:  
А. Количества значащих цифр;  
В. Количества верных цифр;  
С. Правильности округления;  
D. Количества точных цифр.
- №2.** Какой из методов имеет лучшую сходимость:  
А. Метод простой итерации;  
В. Метод Зейделя;  
С. Метод Гаусса;  
D. Метод релаксации.
- №3.** В методе бисекции, каждое следующее приближение вычисляется по формуле:  
А.  $x = \frac{a + b}{2}$ ;  
В.  $x_{n+1} = g(x_n)$ ;  
С.  $x = a - \frac{b - a}{F(b) - F(a)} F(a)$ ;  
D.  $x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$ .
- №4.** Для линейной интерполяции в качестве интерполяционной формулы берется:  
А. Уравнение квадратного трёхчлена;  
В. Уравнение прямой;  
С. Уравнение многочлена нулевой степени;  
D. Уравнение многочлена степени больше двух.
- №5.** Точность формулы Ньютона-Котесса:  
А. Остается постоянной;  
В. Уменьшается с увеличением степени интерполяционного многочлена;  
С. Увеличивается с увеличением степени интерполяционного многочлена;  
D. Все варианты неверны.
- №6.** Задача, в которой требуется найти частное решение дифференциального уравнения, удовлетворяющее начальному условию  $u(x_0)=u_0$ , называется:  
А. Краевой задачей;  
В. Особым решением;  
С. Задачей Коши;  
D. Задачей дифференцирования.
- №7.** Когда метод простой итерации будет сходящимся:  
А. Если значение  $A[I,J]$ - малое число;  
В. Если значение  $A[I,J]$ - большое число;  
С. Если значение  $A[I,J]$ - равно нулю;  
D. Если значение  $A[I,J]$ - произвольное число.
- №8.** Из каких двух этапов состоит итерационный процесс:  
А. Отделение корней и нахождение точного корня;  
В. Отделение корней и уточнения точного корня;  
С. Нахождение корня и уточнение корня;  
D. Нахождение приближенного корня и уточнение его.
- №9.** Узлами интерполяции называют:  
А. Частичные отрезки на каждом из которых, строится многочлен;  
В. Отклонение аппроксимирующей функции от заданных значений;  
С. Степени аппроксимирующих функций на заданных отрезках;

- D.** Точки совпадения аппроксимирующей и аппроксимируемой функций.
- №10.** Метод, не являющийся методом численного интегрирования:
- A.** Метод Рунге-Кутты;
  - B.** Метод Симпсона;
  - C.** Метод трапеций;
  - D.** Метод прямоугольников.

**Инструкция: при выполнении заданий В11-В13 необходимо вписать правильный ответ в соответствующую ячейку.**

**Часть В**

**№11.** Какой метод реализует данный алгоритм:



**№12.** Вычислить и определить погрешности результата:  $x = \frac{m\sqrt{a-b}}{c+d}$

$$a = 9.542 \pm 0.001$$

$$b = 3.128 \pm 0.002$$

$$m = 2.8 \pm 0.03$$

$$c = 0.172 \pm 0.001$$

$$d = 5.4 \pm 0.02$$

**№13.** Отделить корни уравнения:  $x \cdot 2^x = 1$ .

Пример итогового теста по дисциплине (8 семестр):

*Выполнение заданий предполагает выбор одного правильного ответа из предложенных к каждому заданию ответов. Номер выбранного ответа необходимо обвести кружком.*

Шкала перевода тестовых баллов в 5-балльную шкалу  
(За каждый верный ответ 1 балл)

|                  |                     |
|------------------|---------------------|
| 14-15 баллов     | Отлично             |
| 11-13 баллов     | Хорошо              |
| 8-10 баллов      | Удовлетворительно   |
| 7 баллов и менее | Неудовлетворительно |

**Вариант 1**

1. Как одним словом можно назвать портрет человека, игрушечный домик, описание объекта или процесса:
  - а) копией;
  - б) моделью;
  - в) макетом;
  - г) оттиском.
2. К какому типу моделей можно отнести: правила дорожного движения, письмо с описанием дома:
  - а) вербальные;
  - б) математические;
  - в) информационные;
  - г) натуральные.
3. Вставить пропущенный этап компьютерного моделирования:
  - I постановка задачи, определение целей моделирования;
  - II «Огрубление» объекта (процесса), введение условных обозначений;
  - III Поиск математического описания, построение мат. модели;
  - IV Выбор метода исследования;
  - V Разработка алгоритма и программы для ЭВМ;
  - VI .....
  - VII Расчеты на ЭВМ;
  - VIII Анализ результатов.
  - а) уточнение математической модели;
  - б) отладка и тестирование программы;
  - в) графическое представление данных;
  - г) табличное представление данных.
4. К какому типу математических моделей можно отнести такую ситуацию – полководец перед началом боевых действий в условиях неполной информации о противостоящей армии, должен разработать план сражения, учитывая возможную реакцию противника:
  - а) дескриптивные модели;
  - б) оптимизационные модели;
  - в) игровые модели;
  - г) имитационные модели.
5. всегда ли увеличение числа итераций, при моделировании тех или иных процессов, ведет к улучшению конечного результата:
  - а) увеличение числа итераций позволяет уменьшить погрешность вычислений, что ведет к улучшению конечного результата;
  - б) погрешность увеличивается, следовательно, точность конечного результата уменьшается;

- в) погрешность остается соизмеримой с погрешностью при малом количестве итераций;
- г) погрешность уменьшается только в том случае, если дополнительно «улучшить» формулы для вычислений.
6. При моделировании свободного падения тела, необходимо учитывать следующие факторы:
- а) вес и форму тела, температуру среды;
  - б) вес и форму тела, давление воздуха;
  - в) вес и форму тела, плотность среды;
  - г) вес и форму тела, состав сплава.
7. При моделировании движения тела (точки) для наглядности конечного результата необходимо:
- а) иллюстрировать процесс моделирования;
  - б) выводить промежуточные вычисления;
  - в) выводить листинг кода программы;
  - г) выводить текстовые пояснения.
8. Если на математический маятник воздействует некая внешняя сила, меняющаяся со временем, то такое колебательное движение называют:
- а) гармоническим колебанием;
  - б) колебанием при наличии трения;
  - в) вынужденным колебанием;
  - г) параметрическим колебанием.
9. Что понимают под «конкуренцией» в биологии:
- а) использование некоего ресурса каким-либо организмом;
  - б) захватывание той или иной популяцией новых ареалов;
  - в) резкое увеличение численности организмов одного вида;
  - г) резкое уменьшение численности организмов одного вида.
10. Какие факторы необходимо учесть при разработке модели системы «хищник – жертва»:
- а) численность популяций хищника и жертвы, скорость потребления пищи, эффективность рождения потомства хищника;
  - б) ареалы обитания популяций хищника и жертвы, скорости передвижения представителей популяций, численность популяций хищника и жертвы;
  - в) численность популяций хищника и жертвы, эффективность рождения потомства хищника и жертвы, скорость потребления пищи хищником;
  - г) численность популяций хищника и жертвы, эффективность рождения потомства хищника и жертвы, смертность представителей популяций хищника и жертвы.
11. Что из ниже перечисленных данных не является исходным (первичным) в глобальной модели развития человечества:
- а) численность населения;
  - б) объем выпускаемой продукции;
  - в) площадь возделываемых земель;
  - г) объем промышленного капитала.
12. Событие называется случайным, если
- а) оно достоверно непредсказуемо;
  - б) невозможно прогнозировать результат;
  - в) его невозможно описать математически;
  - г) оно не повторяется дважды.
13. Математическое ожидание случайной величины, есть
- а) среднее арифметическое всех ее возможных значений;
  - б) среднее геометрическое всех ее возможных значений;
  - в) максимальное из всех ее возможных значений;

г) минимальное из всех ее возможных значений.

14. Основной целью линейного программирования является:

- а) нахождение максимальной прибыли;
- б) нахождение минимальных затрат;
- в) нахождение оптимального плана;
- г) нахождение реальной оценки событий.

15. Примером графического моделирования можно назвать:

- а) составление географических карт;
- б) построение макета здания;
- в) описание свойств металла;
- г) доказательство теоремы.

### **Темы домашнего задания**

1. Разработать программу для нахождения неизвестных системы уравнений любым методом.
2. Разработать программу для нахождения обратной матрицы методом Гаусса.
3. Разработать программу для нахождения корней нелинейного уравнения любым итерационным методом.
4. Разработать программу для нахождения корней нелинейной системы.
5. По данным эксперимента интерполировать зависимость между параметрами.
6. Разработать программу для нахождения экстремума данной функции.
7. Разработать программу для динамической системы «хищник-жертва».
8. Разработать программу для нахождения значений интегралов любым итерационным методом.

### **Тематика исследовательских проектов (8 семестр):**

1. Эволюция моделей движения от Аристотеля и Птолемея до Эйнштейна.
2. Развитие имитационного эксперимента от метода Монте-Карло до виртуальной реальности.
3. Математическое моделирование в социальных науках.
4. Моделирование сложных организационно-технических систем.
5. Подготовка и проведение имитационной игры.
6. Графы и их использование в качестве моделей.

### **Аудиторные письменные работы**

1. Элементарная теория погрешностей. Определение погрешностей результатов. Потеря точности при вычитании двух близких чисел.
2. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Условия сходимости методов. Анализ условий применимости различных методов.
3. Методы решения систем нелинейных уравнений. Разработка приложений в различных средах для решений систем нелинейных уравнений.
4. Аппроксимирование функций по исходным данным.
5. Проблема численного дифференцирования функций методами интерполяционных полиномов.
6. Различные способы для нахождения значений интегралов.
7. Применение итерационных методов решения дифференциальных уравнений для компьютерного моделирования.
8. Линейное программирование. Задачи линейного программирования.



9. Методы оптимизации функций. Нахождение минимума функции различными методами.

### **Темы расчетно-графических работ (2-3 примера, по необходимости)**

- 1 Линейное программирование: решение задач графическим способом
- 2 Провести моделирование свободного падения тела, с учетом сопротивления окружающей среды.  
Результаты отобразить в таблице  $(t, H(t), V(t))$
- 3 Вычислить методом Монте-Карло число  $\pi$ .
- 4 Вычислить методом Монте-Карло площадь круга.
- 5 Вычислить методом Монте-Карло значение определенного интеграла функции.
- 6 С помощью имеющегося графического пакета провести моделирование ПСУН для урока геометрии.
- 7 Провести моделирование движения тела под углом к горизонту, используя метод «половинного деления». При моделировании использовать электронные таблицы (EXCEL).

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

1. Численные методы: лабораторный практикум / сост.: Е. П. Галайда, Е.И. Холмогорова. - Чита: Изд-во ЗабГПУ, 2005. - 36 с.
2. [http://lib.zabspu.ru/method\\_inf.php](http://lib.zabspu.ru/method_inf.php) - лабораторный практикум «Численные методы»

#### *Основная литература:*

1. Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах: учеб. пособие для студентов вузов / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев; Прикладная математика для ВТУЗов. - 2-е изд. стереотип. - М. Высшая школа, 2006. - 479 с. - ISBN 5-06-004763-6. Экземпляров 7.
2. Волков, Е. А. Численные методы: учеб. пособие / Е. А. Волков. - 4-е изд., стереотип. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2007. - 248 с. - ISBN 978-5-8114-0538-1. Экземпляров 10.
3. Шевцов, Г. С. Численные методы линейной алгебры: учеб. пособие для математических направлений и специальностей / Г. С. Шевцов, О. Г. Крюкова, Б. И. Мызникова. - М.: Финансы и статистика: ИНФРА-М, 2008. - 478 с. - ISBN 978-5-279-03165-8. Экземпляров 5.
4. Демидович, Б. П. Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб. пособие для студентов вузов / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова; под ред. Б. П. Демидовича. - 5-е изд., стереотип. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. - 400 с. - ISBN 978-5-8114-0799-6. Экземпляров 5.
5. Компьютерная геометрия: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки «Информатика и

- вычислительная техника», «Информационные системы». - М.: Академия, 2006. - 510 с. - ISBN 5-7695-2822-2. Экземпляров 3.
6. Копченова, Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах учеб. пособие для студентов вузов / Н. В. Копченова, И. А. Марон. - 3-е изд. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2009. - 366 с. - ISBN 978-5-8114-0801-6. Экземпляров 20.

Дополнительная литература:

1. Бахвалов, Н. Численные методы: учебное пособие для студентов физико-математических специальностей вузов / Н. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Бином. Лаборатория Знаний, 2003. - 632 с. - ISBN 5-94774-060-5. Экземпляров 5.
2. Бахвалов, Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях: учеб. пособие для вузов / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. - М.: Высшая школа, 2000. - 190 с. Экземпляров 26.
3. Вержбицкий, В. М. Численные методы: Мат. анализ и обыкнов. дифференц. уравнения: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по мат. специальностям и направлениям подготовки диплом. специалистов в обл. техники и технологии / В.М. Вержбицкий. - М. : Высшая школа, 2001. - 382 с. Экземпляров 20
4. Вержбицкий, В. М. Основы численных методов: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломир. специалистов «Прикладная математика» / В. М. Вержбицкий. - 2-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, 2005. - 840 с. - ISBN 5-06-005493-4. Экземпляров 8.
5. Каханер, Д. Численные методы и программное обеспечение / Д. Каханер, К. Моулера, С. Нэш; Пер. с англ и ред. Х.Д. Икрамова. - 2-е изд., стер. - М.: Мир, 2001. - 575 с. - ISBN 5-03-003392-0. Экземпляров 5.
6. Бахвалов, И. В. Численные методы: учеб. пособие для студентов физ.-математ. специальностей вузов / И.В. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - М.; СПб.: Физматлит: Невский диалект: Лаб. базовых знаний, 2000. - 624 с. Экземпляров 10.
7. Турчак, Л. И. Основы численных методов: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / Л. И. Турчак, П. В. Плотников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2003. - 304 с. - ISBN 5-9221-0153-6. Экземпляров 5
8. Лапчик, М. П. Численные методы: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 030100 «Информатика» / М. П. Лапчик, М. И. Рагулина, Е. К. Хеннер ; под ред. М. П. Лапчика. - М.: Академия, 2004. - 384 с. - ISBN 5-7695-1339-X. Экземпляров 10.
9. Рябенький, В. С. Введение в вычислительную математику: учеб. пособие / В.С. Рябенький. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2000. - 296 с. - ISBN 5-9221-0047-5. Экземпляров 3.
10. Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики: учеб. пособие / Г. И. Марчук. - 4-е изд. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2009. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-0892-4. Экземпляров 20.

Интернет-ресурсы:

| <i>№<br/>п/п</i> | <i>Название сайта</i>                                  | <i>Электронный адрес</i>  |
|------------------|--|---|
| 1                | Он-лайн практикум по численным методам                 | <a href="http://math.mainfo.ru/practicum/">http://math.mainfo.ru/practicum/</a>   |
| 2                | Книги по вычислительной математике и численным методам | <a href="http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/numerics.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/numerics.htm</a> |
| 3                | Горбаченко В.И.,<br>Линьков В.М.<br>«Численные методы» | <a href="http://www.mgopu.ru/PVU/2.1/nummethods/index.htm">http://www.mgopu.ru/PVU/2.1/nummethods/index.htm</a>                         |
| 4                | Численные методы - учебное пособие                     | <a href="http://www.uchites.ru/chislennye_metody/posobie">http://www.uchites.ru/chislennye_metody/posobie</a>                           |

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Электронный образовательный ресурс по дисциплине (электронная библиотека университета).

Ведущий преподаватель

Тирских И.Н.

Заведующий кафедрой

Ладыгина И.В.