**Лабораторная работа № 4**

**Разработка программ по методам численного интегрирования и дифференцирования**

(4 ч)

***Цель работы***: научиться разрабатывать алгоритмы численных методов и программное обеспечение для численного интегрирования и дифференцирования.

**ЗАДАНИЕ**

1) Разработать алгоритмы и написать программы, реализующие следующие методы численного интегрирования:

а) прямоугольников (левых, правых, средних);

б) трапеций;

в) парабол (Симпсона).

Сравнить точность использованных методов.

2) Разработать алгоритмы и написать программы, реализующие следующие методы численного дифференцирования:

а) формулы на основе полинома Ньютона;

б) формулы на основе полинома Лагранжа.

**Порядок выполнения лабораторной работы**

1. Разработать алгоритмы выполнения заданий и нарисовать их схемы.

2. Написать программы, реализующие эти алгоритмы.

3. Составить тестовые примеры, включая графики с исходными данными и результатами численного интегрирования и дифференцирования.

4. Оформить отчет на лабораторную работу.

**Структура отчета по лабораторной работе**

1. Название лабораторной работы.

2. Цель работы.

3. Задание на лабораторную работу.

4. Графические схемы алгоритмов (с подробными пояснениями).

5. Листинги программ (с подробными комментариями).

6. Тестовые примеры с графиками.

**Варианты заданий**

Данные опыта представлены таблицей значений Х и У (дана функция f(x), заданная таблично). Вычислить по этим данным интеграл и производную функции f(x) (за пределы интегрирования взять наименьшее и наибольшее значение Х).

**Вариант 1.** Зависимость между нагрузкой У (кг) и сжатием X (мм) буферной пружины:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| У | 18,7 | 105,2 | 172,4 | 253,4 | 351,6 | 469,6 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 2.** Давление рабочей жидкости У (МПа) связано с расходом X топлива (л/мин).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 | 85 | 95 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 10,4 | 15,3 | 25,4 | 29,8 | 34,6 | 40 | 20,1 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 3.** Температура Х (С°) смазочного масла в двигателе связана с температурой У (С°) смазочного масла в коробке передач.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 22,1 | 24,0 | 24,4 | 26,0 | 25,8 | 22,4 | 25,8 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 4.** Зависимость температуры Х (С°) охлаждающей жидкости от времени Y (мин).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 9,5 | 7,0 | 6,3 | 5,1 | 3,9 | 3,2 | 2,7 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 5. З**ависимость числа Х (об/мин) оборотов двигателя от мощности двигателя У (кВт)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 16 | 18 | 24 | 28 | 30 | 36 | 40 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 6.** Время непрерывной работы У (час) электроприборов зависит от расхода электроэнергии (кВт/сек)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 22 | 25 | 24 | 28 | 27 | 34 | 35 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 7.** Температура У (С0) смазочного масла в двигателе зависит от скорости Х (км/час) движения автомобиля.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 23 | 24 | 23 | 24,8 | 25 | 28,5 | 29,0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 8**. Износ лемеха У (мм) зависит от твердости Х (HB) материала лемеха.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 0,7 | 0,9 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 9.**Мощность двигателя У (кВт) связана с температурой Х (С0) воздуха.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 23 | 24 | 23 | 24,8 | 25 | 28,5 | 29,0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 10. Амплитуда в**ибрации У (мм) автомобиля зависит от скорости Х (км/час) движения.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 15 | 25 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 15 | 20 | 30 | 35 | 40 | 46 | 51 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 11.**Прогиб балки У (мм) связан с нагрузкой Х (кН).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Y | 18 | 24 | 26 | 27 | 28 | 30 | 32 | 33 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 12.**Электрические сопротивление R (Ом) проволоки зависит от температуры t (С0).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| R | 86.7 | 88.03 | 90.32 | 91.15 | 93.26 | 94.9 | 96.33 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 13.**Дана таблица удельного сопротивления Х (кН/м2) и производительности У (га/ч) посевного агрегата.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Y | 290 | 300 | 323 | 350 | 362 | 380 | 405 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 14**. Результаты измерений длительности Х (час) непрерывной работы двигателя и расхода У (л) топлива заданы следующей таблицей.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Y | 21 | 22,5 | 21,5 | 22 | 21,5 | 23 | 25 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 15.** Скорость У охлаждения тела зависит от разности Х температуры и окружающей среды.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Y | 140 | 120 | 90 | 85 | 75 | 71 | 68 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 16**. Известны твердость Х ( кг/см2) почвы и износ У (мм) лемеха.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X | 220 | 200 | 180 | 160 | 140 | 120 | 100 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 8,81 | 7,4 | 6,1 | 4,89 | 3,88 | 3,02 | 2,3 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 17**. Крутящий момент У (кг/см) зависит от угла кручения Х (рад).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Y | 10,4 | 12,5 | 15,4 | 19,2 | 23,6 | 25,2 | 27,6 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 18**. Стационарное распределение температуры в теплоизолированном тонком стержне задано таблицей значений измеренных температур У (С0) в соответствующих точках Х.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Y | 32 | 29,2 | 23,3 | 19,9 | 17,2 | 11,3 | 7,8 | 6,5 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 19**. Стационарное распределение плотности рабочей жидкости задано таблицей значений измеренных плотностей У (г/см3) при различных температурах Х (С0).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Y | 1,32 | 1,29 | 1,23 | 1,19 | 1,16 | 1,11 | 1,07 | 1,05 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 20.** Зависимость между нагрузкой У (кг) и сжатием X (мм) буферной пружины:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 4 | 9 | 14 | 19 | 24 | 29 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| У | 17,7 | 104,2 | 170,4 | 243,4 | 341,3 | 449,2 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 21.** Давление рабочей жидкости У (МПа) связано с расходом X топлива (л/мин).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 33,3 | 42,2 | 52,8 | 60,0 | 66,3 | 73,2 | 80,0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 11,4 | 14,3 | 23,4 | 27,8 | 32,1 | 38,7 | 45,3 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 22.** Температура Х (С°) смазочного масла в двигателе связана с температурой У (С°) смазочного масла в коробке передач.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 31,7 | 31,5 | 34,0 | 36,0 | 38,0 | 39,9 | 42,5 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 21,1 | 23,0 | 24,6 | 26,2 | 27,8 | 28,4 | 29,8 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 23.** Зависимость температуры Х (С°) охлаждающей жидкости от времени Y (мин).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 1 | 5 | 9 | 13 | 17 | 21 | 25 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 8,5 | 7,0 | 6,5 | 5,3 | 3,7 | 3,1 | 2,3 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 24. З**ависимость числа Х (об/мин) оборотов двигателя от мощности двигателя У (кВт)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 25 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 | 85 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 26 | 28 | 34 | 38 | 40 | 46 | 50 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 25.** Время непрерывной работы У (час) электроприборов зависит от расхода электроэнергии (кВт/сек)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 1,8 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 3 | 3,3 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 24 | 25 | 26 | 28 | 27 | 35 | 37 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 26.** Температура У (С0) смазочного масла в двигателе зависит от скорости Х (км/час) движения автомобиля.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 20,9 | 21,8 | 22,5 | 23,5 | 25,7 | 28,5 | 30,9 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 23 | 24 | 23 | 24,5 | 25 | 28,3 | 29,6 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 27**. Износ лемеха У (мм) зависит от твердости Х (HB) материала лемеха.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 320 | 290 | 260 | 240 | 220 |
|  |  |  |  |  |  |
| У | 0,8 | 0,95 | 0,9 | 1,15 | 1,25 |
|  |  |  |  |  |  |

**Вариант 28.**Мощность двигателя У (кВт) связана с температурой Х (С0) воздуха.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 40,9 | 41,8 | 42,5 | 43,5 | 45,7 | 48,5 | 50,9 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| У | 33 | 34 | 33 | 34,5 | 35 | 38,5 | 39,5 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

**Вариант 29. Амплитуда в**ибрации У (мм) автомобиля зависит от скорости Х (км/час) движения.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 25 | 35 | 45 | 55 | 65 |
|  |  |  |  |  |  |
| У | 15 | 23 | 30 | 36 | 42 |
|  |  |  |  |  |  |

**Вариант 30.** Дана таблица удельного сопротивления Х (кН/м2) и производительности У (га/ч) посевного агрегата.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Х | 320 | 360 | 410 | 460 | 510 |
|  |  |  |  |  |  |
| Y | 280 | 310 | 330 | 360 | 380 |
|  |  |  |  |  |  |

**Литература**

1. В.В. Комраков. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ Курс лекций по одноименной дисциплине для студентов специальности

1-40 01 02 Информационные системы и технологи (по направлениям). - Гомель, ГГТУ им. П.О. Сухого, 2013 **(см. Главу 4)**

2. Турчак Л. И., Плотников П. В. Основы численных методов: Учебное пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 304 с. **(см. Главу 3)**

3. Соловьев В.П., Кривоносова Т.М. ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ : Конспект лекций, ЧАСТЬ 2, ОСНОВЫ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ. Для студентов всех специальностей и форм обучения БГУИР. — Минск: БГУИР, 2008. — 125 с. **(см. Разделы 6, 7)**