ВЦ ТГУ

V ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ЭВМ ТИПА »УРАЛ«

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ I

ТАРТУ
1966

ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Вычислительный центр

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

У ВСЕСОЮЗНОГО СОВЕЩАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ЭВМ ТИПА "УРАЛ"

Секция I

Программы математических методов

Тарту 1966

АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ЗАДАЧ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ, УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ И ПОЛЗУЧЕСТИ НА ЭВМ "УРАЛ-2"

Амельянчик А.В., Лаптева В.Т., Струнина Е.П.

Разработаны алгоритмы и программы для решения двумерных осесимметричных задач исследования полей напряжений и деформаций в прямоугольной области с любыми соотношениями длины, внутреннего и наружного радиусов. В пределах этой области допускается действие произвольного двумерного температурного поля $t(r,z)$, а также произвольное поле нагрузок в плоскости r , z . Допускается задание перемещений.

Решение задачи теории упругости сведено к большой системе линейных алгебраических уравнений /число неизвестных 80 ÷ 350/. Задачи упругопластических деформаций и ползучести решаются как последовательность упругих задач с переменными параметрами упругости.

При расчете весьма полно учитываются механические свойства материала: параметры упругости, реальные кривые деформирования и кривые ползучести, а также зависимость их от температуры.

В результате расчета из машины выдаются: поле перемещений, поля координальных напряжений, поля главных напряжений, траектории главных напряжений. Эти группы результатов определяются для упругого решения, для упругопластической задачи, а также для напряженного состояния после снятия нагрузок

На основе изложенного алгоритма разработана программа для расчета на прочность цельнокованных многодисковых роторов тепловых турбин.

Составленная универсальная программа для ЭВМ "Урал-2" позволяет делить изучаемую область на произвольное число участков по радиусу и оси z. При расчете используется до трех магнитных барабанов. Длина программы 7819 команд. Длительность решения задачи теории упругости составляет 2-10 мин., а упругопластической задачи до 2-3 часов.

Программа позволяет рассчитывать осесимметричные поля напряжений и перемещений для цилиндров самых разнообразных пропорций, в том числе для дисков, цилиндрических оболочек и колец.

СТАНДАРТНЫЕ ПРОГРАММЫ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ УРАВНЕНИЙ И ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ С ЛЕНТОЧНОЙ МАТРИЦЕЙ

Бабич Л.А., Афанасьева Л.М.

В сообщении рассматриваются структура и возможности следующих стандартных программ:

I. СП решения трансцендентных систем методом В.А. Матвеева.

2. СП решения нелинейных систем для ряда значений параметров из заданного интервала с экстраполяцией начального приближения.

3. СП решения линейной системы с пятидиагональной матрицей ($n \leq 200$) методом наискорейшего спуска без использования внешней памяти.

РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕНА ЭКРАНИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Батуев Ю.И.

Доказываются существование и единственность решения. Приводится метод решения системы и его реализация на ЭВМ "Урал-2". Исследуются быстрота и точность нахождения решения в зависимости от различных модификаций применяемой методики и от количества уравнений в системе.

НАБОР ПРОГРАММ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОПРИЗНАКОВЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Вельдре С.Р., Вельдре Т.А., Выханду Л.К.,
Лауметс А.А., Лауметс А.А.

Описывается применяемая в Лаборатории биофизики и электрофизиологии ТГУ система программ анализа многопризнаковых статистических систем.

В систему входят следующие программы:

1) программа для выявления неоднородности в изучаемом комплексе – вычисление корреляционной матрицы или матрицы эвклидовых расстояний между объектами с последующей группировкой изучаемых объектов,

2) программы вычисления матрицы корреляционных коэффициентов, ранговой корреляции по Спирмену и корреляционных отношений,

3) программа факторного анализа методом Лоли,

4) программа составления двумерных таблиц сопряженности при дополнительных ограничениях относительно остальных признаков.

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ ПЕРЕНОСА МЕТОДОМ РАСЩЕПЛЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИЧИН НА ЭВМ „УРАЛ-4"

Вертлиб А.Б.

В общем случае уравнение переноса имеет вид:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + U_\alpha \frac{\partial S}{\partial x_\alpha} = K_\alpha \frac{\partial^2 S}{\partial x_\alpha^2} - æ S + q \qquad \text{(I)}$$

где S, $æ$, U_α, K и q в общем случае функции координат и времени.

Метод заключается в том, что к решению задачи подходим со стороны физических причин, определяющих данный конкретный процесс. Затем из исходного уравнения типа (I) или других физических соображений записываем конкретный вид операторов $\hat{L}_i$, реализующих физическую i-ю причину.

В частности, были составлены программы и получены решения для двух задач на плоскости. Первая: диффузия вещества в жидкой фазе с поглощением его в твердую.

$$\frac{\partial S}{\partial t} = K\left(\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 S}{\partial y^2}\right) - æ S \qquad \text{(I')}$$

В операторном виде:

$$S(x,y,t_{k+1}) = S(x,y,t_k) + (\hat{L}_3 + \hat{L}_2)\hat{L}_1 (x,y,t_k)$$

где $\hat{L}_1$ оператор, учитывающий граничные условия,

$\hat{L}_2$ оператор, учитывающий диффузию вещества, в жидкой фазе;

оператор, учитывающий поглощение вещества твердой фазой.

Вторая задача: диффузия вещества в среде, движущейся с постоянной скоростью

$$\frac{\partial S}{\partial t} - U_y \frac{\partial S}{\partial y} = K\left(\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2}\right) + q \qquad (I")$$

где $q(x,y,t)$ - источник.

Составлена также программа для 3-мерного случая диффузии с $K(x,y,z,t)$, $U(x,y,z,t)$

2.

О РЕШЕНИИ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ МЕТОДОМ БУБНОВА-ГАЛЕРКИНА

Власов Б.Ф., Саккаев Ю.Г.

В некоторых прикладных задачах уравнений математической физики приходится решать дифференциальные уравнения в частных производных вида

$$\alpha \nabla^4 w(x,y) + \beta \nabla^2 w(x,y) + \gamma w(x,y) = f(x,y) \qquad (\alpha \neq 0) \tag{I}$$

при краевых условиях

$$\left.\begin{aligned} x = \pm a, \quad & \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = \varphi_1(y), \quad \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \mu \frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2} = \varphi_2(y), \\ y = \pm b, \quad & \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial w}{\partial x^2} = \psi_1(x), \quad \frac{\partial^3 w}{\partial y^3} + \mu \frac{\partial^3 w}{\partial x^2 \partial y} = \psi_2(x) \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

Возможность применения метода Бубнова-Галеркина к решению уравнения (I) связано с построением системы функций $w_{mn}(x,y)$, удовлетворяющих условиям (2). Такие функции неизвестны.

Используя алгоритм Б.Ф. Власова, строится система аппроксимирующих функций, строго удовлетворяющих граничным условиям (2), которая может быть использована, в частности, при решении задач об изгибе прямоугольной пластинки со свободными краями, при расчете плит на упругом основании и др.

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МЕТОДОМ ПРОГОНКИ

Воробьева Н.А.

Решается задача о прогреве многослойной стенки в области с подвижной границей.

$$(c\rho)_i \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_i \frac{\partial T}{\partial x}\right)$$, где, например,

$$c\rho = \alpha T^2 + \beta T + \mu \qquad \lambda = a T^2 + b T + c$$

Положение внутренней границы определено формулой

$$x_0 = \sigma - \int_0^{\tau} V(\tau)\, d\tau$$ $V(\tau)$ - скорость движения границы.

Граничные условия: $T(x_0, \tau) = T_c - const$

$$\left.\frac{\partial T}{\partial x}\right|_{x = x_\sigma} = 0$$

Начальные условия $T(x, 0) = \varphi(x)$.

При решении задачи использовалась разностная схема сквозного счета. Полученная система алгебраических уравнений решалась методом прогонки.

Составленная программа дает возможность просчитывать уравнение теплопроводности для i -слойной стенки, где i = 1, 2, 3, 4. Кроме того предусматриваются граничные условия общего вида $\alpha \frac{\partial T}{\partial x} + \beta T = f(\tau)$

СТАНДАРТНАЯ ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ТИПА ДЛЯ ЭВМ "УРАЛ-4"

Генихович Е.Л.

1. Ряд задач физики и техники связан с интегрированием уравнений параболического типа (задачи погранслоя, уравнения Фоккера-Планка, диффузии, теплопроводности и т.д.), не поддающихся аналитическому решению.

Наиболее рациональным при численном решении таких задач является использование метода сеток, причем неявные схемы счета предпочтительнее явных, т.к. не приводят к ограничениям на выбор шагов.

2. Для численного решения уравнения параболического типа предлагается стандартная программа, в которой использован применительно к случаю одного уравнения алгоритм, описанный, например, в сборнике "Вычислительные методы и программирование", изд-во МГУ, 1962г., стр. 167-183.

Программа позволяет численно решать параболические (в том числе и нелинейные) уравнения вида

$$a\frac{\partial f}{\partial x}-b\frac{\partial f}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial y}c\frac{\partial f}{\partial y}+e+df \qquad \text{в полосе}$$

$x_0\leqslant x<\infty;\ y_0\leqslant y\leqslant y_\infty$ при произвольных начальных условиях и граничных условиях вида

$$\alpha\frac{\partial f}{\partial y}+\beta f=\gamma\ .$$

Решение системы алгебраических уравнений, соответствующих исходному уравнению в частных производных, осуществляется методом прогонки. В программе предусмотрена возможность подключения блока интегрирования уравнения неразрывности, что необходимо при решении задач пограничного слоя.

3. В программе содержатся обращения к подпрограммам вычисления граничных условий и коэффициентов уравнения, а также к подпрограмме выдачи результатов. Программа вычисления начальных условий и эти подпрограммы должны составляться применительно к каждой конкретной задаче заново.

МЕТОД ОВРАГОВ И СЛУЧАЙНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Гершенгорн Г.И.

Метод оврагов реализован со следующей модификацией: движение навстречу градиенту заменено движением в направлении случайного вектора. Компоненты последнего вырабатываются датчиком псевдослучайных чисел, равномерно распределенных в интервале $[-1,1]$. На каждом n-м этапе выполняется движение по оврагу (S^n) овр. и в случайном направлении (S^n) сл. В обоих случаях минимизация функционала φ (S^n) на прямой S^n осуществляется следующим образом:

1) $S^n_{k+1} = S^n_k + H^n_k$;

2) если φ (S^n_{k+1}) $<$ φ (S^n_k), то $H^n_{k+1} = H^n_k$, иначе $H^n_{k+1} = -\frac{1}{2} H^n_k$;

3) если $|H^n_m| < \frac{1}{8} |H^n_0|$, то минимизация φ на S^n оканчивается и для следующего этапа принимается

$$H^{n+1}_0 = \frac{3}{4} H^n_0 + \frac{1}{4} (S^n_m - S^n_0)$$

Метод запрограммирован для ЭВМ "Урал-4" и применяется в ВЦ ИГУ с октября 1965 г. для решения систем условных нелинейных уравнений. Время решения задач (при прочих разных условиях) возрастает с ростом размерности задачи: при $\varphi = \sum_{i=1}^{n} a_i x_i^2$ величина φ уменьшается в 10^8 раз за 2 - 20 минут. Длина программы (включая рабочие ячейки, СП перевода, ввода и т.д.) 720 неполных ячеек.

НЕКОТОРЫЕ ПРОГРАММЫ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ УРАВНЕНИЙ

Горбунов Л.М., Кузнецов В.А.

Приводятся характеристики стандартных программ для решения систем трансцендентных уравнений, реализующих методы: градиента, координатного спуска, направлений.

Приводятся численные сравнения решения систем по разным методам.

СТАНДАРТНАЯ ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ ПЕРЕОПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Грановская М.Л.

I. Постановка задачи:

Дана переопределенная система линейных уравнений.

$$\begin{cases} f_{11}x_1 + \ldots + f_{1n}x_n = F_1 \\ \text{- - - - - - - - - - - - - -} \\ f_{N1}x_1 + \ldots + f_{Nn}x_n = F_N \end{cases} \qquad N >> n \qquad (\mathrm{I})$$

Найти оценки параметров $x_1, x_2, \ldots, x_n$, удовлетворяющие требованию наименьших квадратов, т.е. дающие минимум выражения

$$\sum_{k=1}^{N}\left[F_k - \sum_{j=1}^{n} x_j f_{jk}\right]^2$$

Найти оценки квадратичных отклонений σ_{x_j} этих параметров и оценку дисперсии σ правых частей переопределенной системы.

2. Общее решение.

Искомые оценки параметров $x_1, \ldots, x_n$ являются решением нормальной системы уравнений

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + \ldots + a_{1n}x_n = b_1 \\ \text{- - - - - - - - - - - - - -} \\ a_{n1}x_1 + \ldots + a_{nn}x_n = b_n \end{cases} \qquad (2)$$

Коэффициенты этой системы считаются по формулам:

$$a_{ij} = \sum_{k=1}^{N} f_{ki} f_{kj}$$
$$b_i = \sum_{k=1}^{N} f_{ki} F_k \qquad (3)$$

Оценка $\hat{\sigma}$ величины σ считается по формуле:

$$\hat{\sigma} = \sum_{k=1}^{N} \left(F_k - \sum_{j=1}^{n} x_j f_{jk}\right)^2,$$

а оценка квадратичных отклонений считается по формуле:

$$\hat{\sigma}_{x_j} = \sqrt{[a_{ii}]^{-1} \frac{\sum_{k=1}^{N} \left(F_k - \sum_{j=1}^{n} x_j f_{jk}\right)^2}{N-n}}$$

3. В качестве решения выдаются на печать величины x_j, $\hat{\sigma}$ и $\hat{\sigma}_{x_j}$, которые также остаются в стандартных ячейках. Программа рассчитана на применение ССП-22 и использует ряд библиотечных стандартных программ с фиксированными номерами массивов.

ПОДПРОГРАММА ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛА С ЗАДАННОЙ ПОГРЕШНОСТЬЮ ПО МЕТОДУ СИМПСОНА С АВТОМАТИЧЕСКИМ ВЫБОРОМ ШАГА

Досяк Е.С., Лозница В.С., Анисимов В.Я.

Используется классическая формула

$$\int_a^b f(x)\,dx \approx \frac{b-a}{3n}\left[\frac{y_0-y_n}{2} + (y_1+y_2+\dots+y_{n-1}) + 2(y_{1/2}+y_{3/2}+\dots+y_{2n-1/2})\right]$$

В качестве начального приближения интеграла взято значение интеграла $\frac{(b-a)(y_0+y_n)}{2}$.

В процессе вычисления интеграла последовательными приближениями, вычисленные ранее значения $f(x)$ повторно не вычисляются.

Подпрограмма занимает $132_{(8)}$ ячейки, из которых:

командная часть	0103 ячеек;	рабочие ячейки	0020 ячеек;
константы	0005 ячеек;	контрольная сумма	0002 ячейки.

Обращение к подпрограмме производится командами

22	k	4
00	$\langle a \rangle$	4
00	$\langle b \rangle$	4
00	$\langle \pm\varepsilon \rangle$	4
00	α	0 , где

$\langle a \rangle, \langle b \rangle$ – адреса пределов интегрирования,

$\langle \pm\varepsilon \rangle$ – адрес абсолютной или относительной погрешности интеграла,

α – адрес, начиная с которого запрограммировано вычисление $f(x)$.

$f(x)$ – должно быть запрограммировано как подпрограмма, при обращении к которой x в сумматоре, при выходе $f(x)$ в сумматоре.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

Дубиной Р.Б., Николаева Ю.В.

Как известно, при обработке результатов наблюдений широко используется метод наименьших квадратов. Академик Канторович Л.В. высказал идею использовать для этой цели методы линейного программирования. В частности, им было показано, что систему условных уравнений можно представить в виде системы неравенств и решить последнюю методами линейного программирования.

Подход к решению проблемы, указанный Л.В. Канторовичем, не является единственным. Так, например, систему условных уравнений

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j = b_i \ , \quad i=\overline{1,m} \ , \quad m>n$$

можно переписать в виде

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j + \delta_i = b_i \ , \qquad i=\overline{1,m} \ ,$$

где δ_i – неизвестные пока ошибки, возникающие при решении системы условных уравнений. Полагая

$$x_j = x_j^{*} - x_j^{**} \ ,$$
$$\delta_i = \delta_i^{*} - \delta_i^{**} \ ,$$

где

$$x_j^* \geq 0$$
$$x_j^{**} \geq 0$$
$$\delta_i^* \geq 0$$
$$\delta_i^{**} \geq 0$$

и минимизируя сумму ошибок δ_i , решение системы условных уравнений можно свести к стандартной задаче линейного программирования

$$\min \sum_{i=1}^{m} \left(\delta_i^* + \delta_i^{**} \right)$$

при условии

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} \left(x_j^* - x_j^{**} \right) + \delta_i^* - \delta_i^{**} = b_i \,, \qquad i = \overline{1,m}$$

Решение систем условных уравнений методами линейного программирования имеет ряд преимуществ по сравнению с методом наименьших квадратов. Так, например, в случае, когда порядок системы "m" незначительно превышает число неизвестных "n", минимизация среднего модуля ошибки позволяет ослабить влияние на искомые неизвестные отдельных больших ошибок.

Недостатком метода линейного программирования является требование значительного объема памяти ЭЦВМ.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ТЕЧЕНИЙ В ЮЖНОМ БАЙКАЛЕ

Евдокимова В.Н., Ершова К.Л., Ривкинд О.Л.,
Кирчанова Н.Н., Сыклен С.Е.

Данная задача возникла в связи с изучением течений в Южном Байкале. В комплекс статистической обработки входят следующие программы:

1. разложение скоростей на составляющие,

2. программа скользящего осреднения с ядром; вычисление пульсаций,

3. проверка на нормальность распределения (критерии Корню и X^2),

4. программы вычисления автокорреляционной, взаимно-корреляционной, спектральной и структурной функций,

5. программа вычисления градиента,

6. вычисление коэффициентов макрообмена.

Общая характеристика программ: все программы используют НМБ, объём исходной информации практически не ограничен. Все программы сделаны как стандартные и могут использоваться в качестве самостоятельных для решения других задач. По данным программам проведена полная статистическая обработка скоростей, снятых вертушками буйковых станций, установленных в разных точках Байкала на различных горизонтах.

ПРОГРАММА МЕТОДА БРАНДОНА ОТЫСКАНИЯ ЭМПИРИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

Евдокимова В.Н., Кирчанова Н.Н., Радимова Т.Г.

Применение математических методов для регулирования процессов приобретает все большее значение в производстве.

Относительно малое изменение параметров процесса дает в результате определенное изменение в скорости получения продукта, качестве продукта, выборе используемых скоростей или других изменений рабочей эффективности. Чтобы получить возможность активно участвовать в управлении процессом, регулировать этот процесс, необходимо найти форму связи, эмпирическую зависимость выхода продукта от регулируемых и нерегулируемых параметров процесса.

По методу Брандона эту зависимость ищут в форме

$$y = c f_1(x_1) f_2(x_2) \ldots f_n(x_n)$$

где c – среднее значение параметра y (y – выход продукта), а функция $f_i(x_i)$ – сомножитель, зависящий от параметров процесса $f_i(x_i)$, отыскивается по коэффициентам управления теоретической линии регрессии. Предварительно оценивается влияние "первого" параметра процесса в отдельности на выход продукта. Для этого строятся корреляционная таблица и эмпирическая линия регрессии для $y = \frac{y}{c}$ и x_1, находится корреляционное отношение и коэффициент корреляции.

Эмпирическая линия регрессии выравнивается по методу параболического интерполирования с использованием ортогональных полиномов Чебышева; коэффициенты полученной после выравнивания теоретической линии регрессии используются для вычисления функций $f_i(x_i)$

Далее находятся величины

$$y_1 = \frac{y}{c f_1(x_1)}$$

Этим самым исключается влияние x_1, на y. Затем оценивается влияние уже совокупности "первого" и "второго" параметров на выход продукта, отыскивается функция $f_2(x_2)$ и

$$y_2 = \frac{y}{c f_1(x_1) f_2(x_2)} \qquad \text{и т.д.}$$

до получения

$$y = c f_1(x_1) f_2(x_2) \dots f_n(x_n)$$

Найденные y говорят, каким может быть выход продукта, если исключить влияние регулируемых и нерегулируемых параметров процесса.

Метод Брандона реализован в комплексе, состоящем из трех программ:

1. программа счета функций $f_i(x_i)$ и $y_1, y_2, \dots y_n, y$

2. программа вычисления корреляционной таблицы, коэффициента корреляции, корреляционного отношения;

3. программа параболического интерполирования с использованием ортогональных полиномов Чебышева.

Работа этих трех программ организуется "организующей" программой.

Все программы используют НМБ, количество информации, подлежащей обработке, практически неограничено.

ОБРАБОТКА СПЕКТРОВ ЭЛЕКТРОННО-ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

Евдокимова В.Н., Сыклен С.Е.

Данная задача была поставлена лабораторией биофизики рака Института гигиены труда и проф. заболеваний г. Ангарска. По существующей гипотезе клетка раковой опухоли захватывает свободные радикалы. Часть раковой опухоли помещают в резонатор ЭПР и получают спектр, называемый спектром ЭПР.

В обработку включается:

I. классификация кривых по видам опухолей;

2. определение числа свободных радикалов в данной опухоли.

Первоначальная обработка кривых спектра производится на приборе ИФ-2, разработанном в Вычислительном центре Иркутского госуниверситета в лаборатории малой вычислительной техники и новых разработок. Далее по программе находится вид кривой, аналитическая формула которой

$$f(x) = a_0 + a_1 \cos x + a_2 \cos 2x + a_3 \cos 3x + b_1 \sin x + b_2 \sin 2x + b_3 \sin 3x$$

Число свободных радикалов находят по формуле

$$i = \frac{\iint_{\Omega} f_i(x) \cdot K_{ui} \cdot 0{,}99}{i_p \cdot \iint_{\Omega} f_{эт}(x)}$$

Данная работа является попыткой применить ЭВМ для диагностики рака.

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ РАСЧЕТА КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ НА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЦИФРОВОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ

Енгулатов Ф.А.

Корреляционная функция является весьма распространенной статистической характеристикой случайных процессов.

$$R_x(\tau) \approx \frac{1}{2T}\int_{-T}^{T} x(t)\,x(t-\tau)\,dt \quad , \qquad (1)$$

где t – текущее время процесса,

$-T, T$ – интервал наблюдения,

$x(t)$ – случайная функция,

τ – шаг корреляции.

Для более быстрого и точного вычисления на УЦВМ используется другое выражение корреляционной функции:

$$R_x(\mu) \approx \frac{1}{N-\mu+1}\sum_{\nu=0}^{N-\mu} x_\nu \cdot x_{\nu+\mu} \qquad (2)$$

где N – количество ординат исследуемого процесса, ν – их порядковые номера, μ – порядковые номера корреляционной функции. В этой формуле существенным является распределение ошибок измерения ординат. Априорное суждение об этом распределении или точностные исследования лишь нормированных функций для случайных процессов с нормальным распределением недостаточны.

Необходимо более широкое применение статистических числовых характеристик кодирующего устройства.

Полагая в формуле (2) δx_ν и $\delta x_{\nu+\mu}$ ошибки измерения, или кодирования, можно записать для истинных значений ординат:

$$R_x^n(\mu) \approx \frac{1}{N-\mu+1} \sum_{\nu=0}^{N-\mu} (x_\nu + \delta x_\nu)(x_{\nu+\mu} + \delta x_{\nu+\mu}) =$$

$$= \frac{1}{N-\mu+1} \left(\sum_{\nu=0}^{N-\mu} x_\nu x_{\nu+\mu} + \sum_{\nu=0}^{N-\mu} x_\nu \delta x_{\nu+\mu} + \sum_{\nu=0}^{N-\mu} x_{\nu+\mu} \delta x_\nu + \right. \tag{3}$$

$$\left. + \sum_{\nu=0}^{N-\mu} \delta x_\nu \, \delta x_{\nu+\mu} \right) .$$

В случае отсутствия зависимости между исследуемым процессом и кодированием

$$R_x^n(\mu) \approx \frac{1}{N-\mu+1} \left(\sum_{\nu=0}^{N-\mu} x_\nu \cdot x_{\nu+\mu} + \sum_{\nu=0}^{N-\mu} \delta x_\nu \, \delta x_{\nu+\mu} \right) \tag{4}$$

Уточняющий член в выражении (4) представляет корреляционную функцию ошибок кодирования.

Если между исследуемым процессом и кодированием имеется зависимость, которая состоит в том, что различным уровням процесса соответствуют различные математические ожидания ошибок кодирования, то имея аналитическое выражение зависимости математического ожидания, вызванное внутренними нелинейностями кодирующего устройства, можно откорректировать все ординаты по формуле

$$x_i + m\delta_i \quad . \tag{5}$$

Тем самым устраняется взаимная корреляция между процессом и кодированием и автономная корреляционная функция вычисляется по формуле (4).

При экспериментальном автоматическом кодировании сигнала вида $x = x_m \sin \omega t$ с максимальной относительной ошибкой 6% корреляционная функция имела максимальное отклонение от истинной не более 2%. При корректировке по формуле (5) максимальное отклонение не превышало десятых долей процента.

Литература

I. Солодовников В.В., Матвеев П.С., Вальденберг Ю.С., Бабурин В.М. Вычислительная техника в применении для статистических исследований и расчетов систем автоматического управления. Машгиз, 1963.

2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. Наука, 1964.

ПРОГРАММЫ РЕШЕНИЯ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ, ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ И СИСТЕМ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ УРАВНЕНИЙ В КОМПЛЕКСНОЙ ОБЛАСТИ

Захарова А.Н., Хомутинников Б.Д., Шатилова Н.В.

Программа решения алгебраических уравнений $n^й$ степени в комплексной области выдает все n корней. Корни находятся по методу Ньютона. Степень n в решаемом уравнении ограничивается лишь возможностями машины.

Программы решения трансцендентного уравнения в действительной области отделяют корни, уточняют их, находят кратные корни. Составлены две программы, различающиеся методом уточнения корней: метод хорд и метод Вегстейна.

Программа минимизации (максимизации) n-мерной функции методом скорейшего спуска успешно используется для решения систем трансцендентных уравнений как в действительной, так и в комплексной области. Минимизируется функция $\varphi(\bar{x})=\sum_{i=1}^{n} F_i^2(\bar{x})$ для системы $F_i(x)=0$ в некоторой области $Д$. Нулевое приближение корня, если оно не известно из других источников, находится методом Монте-Карло.

ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОБОБЩЕННЫХ ГИПЕРГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Зюзин В.С.

Определение обобщенной гипергеометрической функции дано в [I]. Предполагается сообщить о способах получения априорных и апосториорных оценок при вычислении с помощью частных сумм ряда. Предлагается один метод ускорения сходимости ряда и оценок погрушности. Полученные результаты являются обобщением результатов, приведенных в докладе Вахлаевой Л.Ф. и Зюзина В.С. "Табулирование гипергеометрических функций", сделанном на Одесском совещании в 1965 году.

Литература

1 Бейтман Г. и Эрдейн А. Высшие трансцендентные функции.

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ ФУНКЦИИ ПОЛИНОМАМИ

Примеры

Зюзин В.С., Колпаков В.И.

Предполагается рассказать о методе, который близок к τ - методу [1] .

Будут приведены примеры и оценки погрешности. При этом полученные приближени близки к наилучшим.

Литература

1 К.Ланцош. Практические методы прикладного анализа.

ПРОГРАММЫ ОТЫСКАНИЯ РЕШЕНИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ВИДЕ ПОЛИНОМОВ

Зюзин В.С., Королева С.С., Коршунова Э.В.

Предполагается рассказать о двух программах. Первая программа реализует τ - метод [1] . Вторая программа отыскивает коэффициенты разложения по полиномам Чебышева 1-го ряда, которое является приближением к решению краевой задачи обыкновенных дифференциальных уравнений.

Литература

К. Ланцош. Практические методы прикладного анализа.

О РЕЛАКСАЦИОННОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ТИПА

Иванов Н.Д.

Разработаны алгоритм и программа решения дифференциальных уравнений в частных производных эллиптического типа методом сеток. Узлы двумерной сетки кроме связей по направлениям осей координат имеют связь "на землю". Матрица коэффициентов системы линейных уравнений, получающихся на основании сетки, имеет диагональный вид, и при равенстве прямых и обратных связей симметрична. Граничные условия могут быть заданы в виде известных значений функции в узлах сетки, а также в виде свободных членов уравнений.

Исследованы возможности применения релаксационного метода для решения вышеуказанных систем линейных уравнений. Метод одиночной релаксации позволяет хранить в памяти ЭЦВМ лишь ненулевые коэффициенты верхней половины матрицы, вектор свободных членов и вектор начальных приближений неизвестных. Разработана новая разновидность метода групповой релаксации. При групповой релаксации кроме тех массивов, которые нужны при одиночной релаксации, также необходимо иметь в памяти машины стандартную программу решения систем линейных уравнений каким-либо точным методом и массив рабочих ячеек для промежуточной матрицы.

Увеличение памяти под программу при групповой релаксации окупается повышением эффективности метода. При тех же условиях методом групповой релаксации система уравнений решается в I,5÷2 раза быстрее метода одиночной релаксации. Исследовано влияние коэффициента релаксации на скорость сходимости. Оптимальное значение этого коэффициента I,4÷I,5 при одиночной релаксации и I,2÷I,3 при групповой. Разработаны практические рекомендации по выбору коэффициента релаксации.

Предлагается новый принцип управления релаксационным процессом с использованием основ эвристического программирования. Настоящий метод показал хорошую скорость сходимости итерационного процесса. На ЭЦВМ "Урал-2" системы сотого порядка с нулевым начальным приближением, при точности решения 10^{-7} и при минимальной затрате памяти решаются за I,5 ÷ 2 минуты. С помощью этого метода на ЭЦВМ "Урал-2" можно решать матрицы 300 порядка, пользуясь только оперативной памятью.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ИНТЕГРАЛОВ ОТ ОСЦИЛЛИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ

Иванова З.П., Школьников И.А.

В некоторых областях радиотехники и оптики встречаются интегралы следующих типов $\int_0^\infty \left\{ \begin{matrix} \cos kx \\ \sin kx \end{matrix} \right\} \cdot \frac{J_0(rx)}{J_0(Rx)} dx$, $\int_0^\infty \sin kx \frac{1}{xJ_0(x)} dx$ и другие.

В настоящем сообщении производится сравнение нескольких численных методов вычисления этих интегралов. Предлагается способ вычисления вместе с оценкой погрешности. Рассматриваются примеры.

Прилагается программа вычисления интегралов от осциллирующей функции в кодах ЭВМ "Урал-2" и на АЛГОЛ-60.

АЛГОРИТМ АППРОКСИМАЦИИ ТОЧЕЧНО-ЗАДАННЫХ КОНТУРОВ КРИВЫМИ ВТОРОГО ПОРЯДКА ПО МЕТОДУ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ НА ЭЦВМ "УРАЛ-2"

Каменщиков Н.С., Линкин Г.А.

Обводы сложных криволинейных деталей и агрегатов в последнее время очень часто задаются аналитическими кривыми. Первоисточником для аналитического задания обвода служит обычно таблично-заданная функция, т.е. криволинейный контур задан системой точек на плоскости.

Задача аналитического задания обвода состоит в замене максимально возможного по величине участка точечно-заданного контура аналитической кривой. Учитывая, что обводы заданные кривыми второго порядка являются удобными для расчетов и, кроме того, удовлетворяют техническим и эстетическим требованиям, предъявляемым к обводам, была поставлена задача аппроксимации точечно-заданного контура кривой второго порядка в общем виде (1), с использованием приближения по методу наименьших квадратов.

В качестве невязки для приближения взято расстояние от точки до кривой по нормали, а не величина ($y-y_i$), как обычно. Это обусловлено тем, что точность криволинейного контура определяется отклонением по нормали от исходного теоретического контура.

Кривая второго порядка в общем виде представляется следующим уравнением:

$$Ax^2+2Bxy+Cy^2+2Дx+2Ey+F=0 \qquad (1)$$

Анализируя формулу для определения расстояния от точки до кривой второго порядка можно сделать вывод, что невязкой будет:

$$\delta= Ax_i^2+2Bx_iy_i+Cy_i^2+2Дx_i+2Ey_i+F \qquad (2)$$

Следовательно, согласно методу наименьших квадратов, нужно минимизировать функцию V (3):

$$V=(Ax_i^2+2Bx_iy_i+Cy_i^2+2Дx_i+2Ey_i+F)^2 \qquad (3)$$

Минимизация функции V приводит к решению системы нормальных линейных уравнений. Решив ее, мы найдем неизвестные коэффициенты уравнения (1).

Алгоритм аппроксимации точечно-заданного контура кривой второго порядка в общем виде (1) по методу наименьших квадратов реализован на ЭЦВМ "Урал-2" и проверен на задачах по аналитическому заданию криволинейных обводов.

СТАНДАРТНАЯ ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ СТЕПЕННЫМ МЕТОДОМ ДЛЯ ЭЦВМ "УРАЛ-4"

Капля Ю.М., Коган В.З.

Стандартная программа позволяет определить вещественные и комплексные корни алгебраических уравнений высокого порядка. Используется степенной метод, обычно применяемый для решения задач о собственных значениях матриц. С помощью матрицы Фробениуса любое алгебраическое уравнение представляется в матричной форме. Степенной метод является итерационным и обеспечивает надежную сходимость для всех случаев корней (включая корни второй кратности и близкие).

СТАНДАРТНЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ КВАДРАТИЧНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ В ТАБЛИЦАХ С НЕРАВНОСТОЯЩИМИ УЗЛАМИ

Качалов А.А.

Стандартные программы № 525030 и № 525031 предназначены для выборки с квадратичной интерполяцией из таблиц с переменным шагом.

Для заданного значения аргумента $x \in [x_0; x_n]$ находится промежуток $[x_{i-1}; x_i]$ такой, что $x_{i-1} \leqslant x < x_i$, после чего вычисляется значение $y = y(x)$ по формуле квадратичной интерполяции Лагранжа.

В СП № 525030 поиск интервала производится вычитанием из x_i значения x до тех пор, пока $x_i - x \geqslant 0$ (случай, если $x_{i-1} < x_i$) или $x_i - x \leqslant 0$ (случай, если $x_{i-1} > x_i$).

Этот метод эффективен для таблиц небольшого объема, т.к. время счета зависит от количества узлов таблицы n. Число тактов для поиска интервала равно 2^{n-1}.

В СП № 525031 поиск интервала $[x_{i-1}; x_i]$ производится методом деления отрезка пополам. Этот метод эффективен для таблиц большого объема. Число тактов для поиска интервала равно $4n$.

ДИФФУЗИЯ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВАХ

Каширский Ю.В., Сергеева Е.С.

Рассматривается задача о диффузии сложнокомпонентного сплава, стравливаемого в жидкость. Изучается случай трех элементов, из которых состоит сплав. При этих условиях процесс точно описывается двумя уравнениями Фика /классическими уравнениями теплопроводности/ относительно концентрации элементов. Основная трудность возникает при определении граничных условий из равномерности стравливаемости. Окончательно задача сводится к решению пяти дифференциальных уравнений в частных производных. Решение производится методом сеток с фиксированными соотношениями между шагами по x и t. Число шагов не более 200. В работе используется I МБ. Длина всей программы около 1500 команд. Реализация собственно метода сеток занимает 350 ячеек. Программа является весьма универсальной. Она пригодна для расчета практически при любом количестве компонент. В частности, кроме основной задачи с ее помощью был произведен расчет по скорости окисления чугуна, легированного алюминием.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКА ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА СТРУЙНЫХ ЗАДАЧ ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ

Киро С.Н., Загайнова Р.В.

Численное решение задач газовой динамики с тремя характерными скоростями на основе аналитического метода Л.Н. Сретенского [1] требует вычисления несобственных интегралов, через которые выражаются основные характеристики потока. Например, в задаче о вытекании газа из сосуда конечной ширины с насадком сжатие струи выражается формулой

$$(1)\quad H-h=\frac{2a}{\pi d}\,\frac{\sqrt{2d\tau_2}}{(1-\tau_2)^{\beta}}\int\limits_0^{\infty}\Phi(n)\,dn \qquad , \text{ где}$$

$$\Phi(n)=\left\{\frac{2\tau_1}{(1-\tau_1)^{\beta}}\left[\frac{\partial\vartheta(\tau,n)}{\partial\tau}\right]_{\tau_1}-\frac{2\tau_2}{(1-\tau_2)^{\beta}}\left[\frac{\partial\vartheta(\tau,n)}{\partial\tau}\right]_{\tau_2}\right\}\times$$

$$\times\,\frac{\operatorname{sh} n\lambda-n\sin n\lambda}{n^2(1+n^2)\operatorname{sh} n\lambda}\;\frac{1}{T_n'^2(\tau_2)+T_n''^2(\tau_2)}\left(\frac{\partial\vartheta}{\partial\tau}\right)_{\tau_2},$$

$$\vartheta(\tau,n)=T_n'(\tau_2)\,T_n''(\tau)-T_n'(\tau)\,T_n''(\tau_2)$$

Использование полученных ранее [2] формул для вычисления функций $T_n'(\tau)$ и $T_n''(\tau)$ и дополнительное исследование поведения функции $\Phi(h)$ приводят к выводу о возможности вычисления интеграла (1) по формуле Симпсона с промежутком интегрирования $[0, N]$ и с шагом $h_n = \frac{1}{16}$. При этом число N выбирается в зависимости от требуемой точности вычислений, а значение подинтегральной функции в точке $h = 0$ вычисляется по формуле

$$\Phi(0) = \left\{ -\frac{1}{2\tau_2} + \frac{3}{12}\left[1 + \sum_{k=2}^{\infty} \frac{1}{k!} \tau_2^{k-1} \prod_{\ell=2}^{k} (\ell - 1 - \beta)\right]\right\} \times$$

$$\times \left\{ \frac{2\tau}{(1-\tau)^\beta} \left[-\frac{1}{2\tau} + \frac{\beta}{2}\left(1 + \sum_{k=2}^{\infty} \frac{1}{k!} \tau^{k-1} \prod (\ell - 1 - \beta)\right)\right]\right\} \Bigg|_{\tau_2}^{\tau_1},$$

полученной в результате раскрытия неопределенности типа $\frac{0}{0}$.

Для реализации вычислений на машине "Урал-2" составлены стандартная программа вычисления специальных функций $T_n'(\tau)$, $T_n''(\tau)$, $\vartheta(\tau, n)$, $\frac{\partial \vartheta(\tau, n)}{\partial \tau}$, обеспечивающая точность значений указанных функций 6-7 десятичных знаков, и программа вычисления интеграла, входящего в выражение (1) по формуле Симпсона с двойным пересчетом и предварительным вычислением значений подинтегральной функции.

Литература

1. Сретенский Л.Н. К теории газовых струй. ПММ, т. 23, в. 2, 1959.

2. Загайнова Р.В., Киро С.Н. Численное решение одного класса струйных задач газовой динамики. Научная конференция, посвященная столетию университета. Механико-математический факультет. Тезисы докладов. Одесса, 1965.

ОБЪЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛЕЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НАД СЕВЕРНЫМ ПОЛУШАРИЕМ

Кобякова А.А., Руховец Л.Ф.

Для выполнения прогноза погоды гидродинамическими методами, необходимо иметь значения метеорологических элементов в узлах регулярной сетки. Эти значения могут быть получены путем интерполяции данных о метеополях, наблюдаемых в нерегулярной сети станций, на узлы регулярной сетки. Сложность соответствующей программы определяется необходимостью иметь данные в большом числе узлов (порядка нескольких тысяч), а также разнообразием видов сеток (широтно-долготная, квадратная и др.).

В докладе приводятся алгоритм и блок-схема программы, реализующие указанную задачу.

П Р О Г Р А М М А
РАСЧЕТА ОБОЛОЧЕК ВРАЩЕНИЯ ПРИ ОСЕСИММЕТРИЧНОМ НАГРУЖЕНИИ В УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ НА ЭЦВМ "УРАЛ-2"

Коган И.Л., Лумпова Р.А., Митюхин С.Я., Юдаев А.В.

Расчет указанных оболочек сводится к решению системы двух дифференциальных уравнений второго порядка с различными краевыми условиями. Для решения данной задачи был осуществлен переход к интегральным уравнениям. Решение выполнено по методу последовательных приближений разработанному И.А.Биргером (см. И.А.Биргер "Круглые пластинки и оболочки вращения" Оборонгиз, Москва, 1961 г.).

Рассмотрены две формы записи дифференциальных уравнений: а) в функциях Биргера, б) в функциях Лурье, Приводятся примеры решенных задач на ЭЦВМ "Урал-2".

В настоящее время в ВЦ имеются программы по расчету оболочек в упругой и упруго-пластической области с набором различных краевых условий.

РАСПОЗНАВАНИЕ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ КРИВЫХ

Кондаков В.Ф.

Автоматическое считывание и распознавание пересекающихся кривых значительно расширяет возможности ЭЦВМ по обработке экспериментальных данных.

Рассматривается возможность распознавания пересекающихся кривых программным путем. Возможные пересечения подразделяются на два типа в зависимости от первой производной в точке пересечения.

По значениям ординат, предшествующих точке пересечения и значениям, следующим за точкой пересечения, для обеих кривых способом Чебышева вычисляются параболические полиномы, достаточно хорошо описывающие опытные данные. Определение типа пересечения производится по первым производным этих полиномов, вычисленным для точки пересечения справа и слева.

Предложенный алгоритм позволяет производить распознавание непрерывных и всюду дифференцируемых кривых.

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ВИДА С ПОМОЩЬЮ ЭВМ "УРАЛ-3"

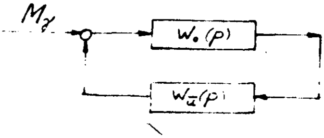
Коробов Б.В., Валенрод А.А.

1. Разработана система программ, автоматизирующая расчеты и логические заключения, которые производит инженер при анализе и синтезе системы автоматического регулирования.

2. Система авторегулирования описывается нелинейной системой обыкновенных дифференциальных уравнений

$$(1) \qquad x_i = \varphi_i(x_1, \dots, x_n) + W_{cm}(p)x_i, \qquad i = \overline{1,n}$$

Структурная схема системы авторегулирования имеет вид



Синтез системы авторегулирования сводится к тому, чтобы в зависимости от условий работы системы авторегулирования выбрать параметры $W_{ст}(p)$. Для определения передаточной функции $W_{ст}(p)$ решаются системы нелинейных алгебраических уравнений, нахождение параметров $W_{ст}(p) - T_i$ производится методом перебора.

3. Вторая часть работы - анализ динамики системы авторегулирования. Система авторегулирования описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений с разрывными правыми

частями. Анализ динамики системы сводится к решению системы диф. уравн. для конкретного вида $W_{cm}(p)$. Приведенная система решается методом Рунге-Кутта.

Особенностью решения полученной системы является разрывность правых частей. В связи с этим разработан алгоритм и составлены программы поиска точек разрыва при решении методом Рунге-Кутта.

РАСЧЕТ ЖЕСТКОСТИ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ОБОЛОЧКИ ТИПА ВИТОГО ТРУБЧАТОГО ЦИЛИНДРА

Корсунов В.П., Мамтеев Ю.А.

Рассматривается оболочка типа витого трубчатого цилиндра. Такие детали используются в манометрических приборах в качестве упругих чувствительных элементов. Выяснение зависимости жесткости данной оболочки от ее геометрических параметров, профилей сечения, толщины материала, от шага навивки представляет практический интерес. Решение данной задачи проводится энергетическим методом и сводится к нахождению следующего функционала:

$$Э(\varphi, w) = \frac{2Eah}{1-\mu^2}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\left\{\left[\varepsilon_1^2 + \frac{h^2}{12}B^2 + \frac{1-\mu}{2}\gamma^2 + (3\mu-1)\varepsilon_1\gamma\lambda + \frac{1-\mu}{2}\left(\frac{h^2}{12}B^2+\varepsilon_1^2\right)\cdot h^2\right]\sqrt{1-\kappa^2 \varphi m^2\theta} - \frac{2P_w(1-\mu^2)}{Emh\cdot\pi}\kappa^2 n\right\}d\ell$$

представляющего собой сумму потенциальной энергии и работы внешних сил. Составлена программа решения данной задачи на ЭВМ "Урал-2", которая позволяет вычислять все перечисленные выше зависимости.

О РЕШЕНИИ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ЗАДАЧИ О ТЕПЛОВОМ РЕЖИМЕ ПОМЕЩЕНИЙ

Крылов А.Л., Попова Э.В.

Задача о нестационарном периодическом режиме помещения состоит в следующем:

Температура t воздуха внутри помещения принимается равной среднему арифметическому температур воздуха на внутренних стенках; она и является искомой величиной, зависящей от времени: $t = t(\tau)$

Стенки являются многослойными. Распределение температуры в стенке описывается уравнением

1. $$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_j(x)\frac{\partial t}{\partial x}\right)$$

где $\lambda_j(x)$ кусочно-постоянная /ступенчатая/ функция.

На внешней поверхности стенки задается нестационарное граничное условие 3-го рода.

2. $$\alpha_j \frac{\partial t}{\partial x} + \beta_j t = \gamma_j(\tau)$$

$$j = 1, \ldots, \mathcal{Y}$$

$\mathcal{Y}$ – количество стенок, а условие на внутренней поверхности "завязано" с граничными значениями на внутренних поверхностях всех остальных стенок. Уравнение решается в явном виде на каждом участке постоянства функции $\lambda_j(x)$ а для коэффициентов "сшивки" получаем систему уравнений /для каждой стенки/ часть неизвестных можно исключить/ "прогнав" уравнение от внешней поверхности к внутренней/, а для оставшихся получаем систему $\mathcal{Y}$ - порядка, получившуюся от "завязки" значений на внутренних стенках. Решив эту систему получаем значение температуры на внутренних стенках и определяем температуру воздуха.

Существенным в задаче является многослойность стенок и количество их $(\mathcal{Y})$.

В настоящее время разрабатывается программа для решения аналогичной задачи с нелинейными краевыми условиями.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОЛНЫХ И НЕПОЛНЫХ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛОВ 3-ГО РОДА

Куликова Л.Г.

В данной работе приводятся формулы для вычисления полных и неполных эллиптических интегралов 3-го рода для $0 \leq \varphi < \frac{\pi}{2}$, $\kappa^2 < 1$ и любых n.

Кроме того, сообщаются о вычислении неполных эллиптических интегралов I-го и 2-го рода для тех же значений φ и κ. Приводятся данные о точности вычисления вышеуказанных интегралов. Приводится сравнение различных способов вычисления интегралов. Прилагаются программы вычисления полных и неполных эллиптических интегралов 3-го рода в кодах ЭВМ "Урал-2" и на АЛГОЛ-60.

РЕШЕНИЕ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Кузнецова Н.Г., Калинин Ю.А.

Рассматривается решение краевой задачи для нелинейного относительно первой производной и искомой функции неоднородного дифференциального уравнения теплопроводности методом сеток.

Сравниваются результаты численного интегрирования данного дифференциального уравнения, полученные по другим методам.

Приводится программа, реализующая решение вышеуказанного уравнения в кодах ЭВМ "Урал-2" и на АЛГОЛ-60.

ПРОГРАММА ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛОВ J_n, B_n ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ТИПА

Кузнецова В.Г., Мамтеев Ю.А.

Предлагается стандартная программа вычисления интегралов эллиптического типа J_n, B_n:

$$J_n = \int_0^{\varphi} \sin^n \varphi \sqrt{1-k^2 \sin^2 \varphi}\, d\varphi$$

$$B_n = \int_0^{\varphi} \cos^n \varphi \sqrt{1-k^2 \sin^2 \varphi}\, d\varphi$$

По данной программе можно также вычислять полные и неполные эллиптические интегралы 2-го рода.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ ОДНОМЕРНЫХ МНОГОМАССОВЫХ СИСТЕМ ПРИ ПОМОЩИ ЦВМ УРАЛ-3

Лазарян В.А., Белик Л.В., Манашкин Л.А., Музыкин В.А.

Разработан метод и составлена программа для расчета переходных режимов в одномерных многомассовых системах с произвольной функцией, которая описывает силу, возмущающую движение.

Вычисления ведутся по 4-строчной схеме метода Рунге-Кутта с автоматическим выбором шага. Особенностью метода автоматического выбора шага является выбор величины шага в зависимости от изменения крутизны искомой функции, что достигается сравнением результатов просчетов одной и той же точки по методам Ньютона и Рунге-Кутта.

Предлагаемая методика позволяет рассчитывать переходные режимы в одномерных системах при кусочно-гладких или в имеющих конечное число разрывов первого рода функциях, описывающих характеристики связей в этих системах.

Составлены логические схемы и программы для вычисления функций, описывающих упруго-пластичные, упруго-фрикционно-пластичные и упруго-вязко-пластичные связи.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ЧАСТОТ И АМПЛИТУД ГАРМОНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ СТАЦИОНАРНОГО СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА НА ЭЦВМ УРАЛ-3

Лазарян В.А., Тененбаум Э.М., Ушкалов В.Ф.

Рассматривается стационарный процесс, имеющий гармонические составляющие со случайными амплитудами и случайными фазами.

Используется теорема А.Я. Хинчина о спектре функции корреляции. Вычисляется автокорреляционная функция экспериментальной кривой. При определении частного спектра корреляционной функции используется предложенный М.В. Николаевой прием приближенного вычисления осциллирующих интегралов. Даются рекомендации по выбору необходимого шага дискретизации спектральной плотности для нахождения амплитуд гармонических составляющих с заданной точностью. Приводятся энегетические частотные спектры различных процессов, найденные по данной программе.

Программа обрабатывает до 2100 опорных точек исследуемого процесса. Длительность обработки зависит от величины исследуемого интервала частот и шага дискретизации спектральной плотности.

СТАНДАРТНАЯ ПРОГРАММА МЕТОДА ЭЙЛЕРА С АВТОМАТИЧЕСКИМ ВЫБОРОМ РЕЖИМА (для Урала-2)

Левина Е.С.

В различных библиотеках ССП и ИСа имеются программы интегрирования системы обыкновенных дифференциальных уравнений I порядка – в основном это метод Рунге-Кутта II-го–IУ-го порядка с видоизменениями (Гилл, Мерсон и др.).

Настоящая программа использует метод Эйлера с автоматическим выбором шага, что в ряде случаев предпочтительнее использовать в целях экономии машинного времени.

Предусмотрена возможность работать в 4-х режимах:

1. Режим с постоянным шагом.
2. Автоматический режим с проверкой на экономичность (увеличение шага).
3. Автоматический режим с проверкой на точность (дробление шага).
4. Автоматический режим с проверкой на точность и экономичность.

Использование всех 4-х режимов в зависимости от характера кривой на различных участках или в случае массового счета по решению дифференциальных уравнений позволяет проводить счет в оптимальных условиях.

Программа стандартна. Она подключена к библиотеке ССП-22.

РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА НА ЭВМ "УРАЛ-2" С ПЕРФОКАРТОЧНЫМ ВВОДОМ

Липская В.А.

Ряд исследовательских задач сводится к анализу результатов наблюдений, зависящих от различных одновременно действующих факторов,к выбору наиболее важных факторов и оценке их влияния. Методом решения таких задач может служить дисперсионный анализ, который позволяет проверять различные гипотезы. В ВЦ СГУ составлена программа для ЭВМ "Урал-2" с перфокарточным вводом, предназначенная для конструирования и проверки различных гипотез, возможных в поставленной задаче.

Исходный материал представляется в виде множества групп наблюдений (показателей), так что каждая группа относится к объекту с определенным набором значений (уровней) факторов, который кодируется восьмеричным числом (для каждого фактора отводятся определенные разряды). Результаты наблюдений (показатели) записываются в десятичном виде.

Программа использовалась для обработки клинического материала с целью исследования влияния некоторых факторов, связанных с процессом хирургической операции и лечения, на поведение показателей состояния организма.

РЕШЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ О ДВИЖЕНИИ УПРАВЛЯЕМОЙ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ НА ЭЦВМ "УРАЛ-2"

Марченко В.П.

Составлена стандартная программа решения краевых задач для систем нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений методом сопряженных уравнений.

С использованием этой программы решается задача об оптимальном движении материальной точки "нулевой" массы в пространстве двух притягивающих тел с массами m_1 и m_2, которые равномерно вращаются около общего центра масс. Дифференциальные уравнения в безразмерных координатах вращающейся системы для плоского движения запишутся в виде:

$$\frac{d^2x}{dt^2} - 2\omega\mathcal{E}\frac{dy}{dt} + \mathcal{E}^2\left[f_1(x,y) + U_1\right] = 0,$$
$$\frac{d^2y}{dt^2} + 2\omega\mathcal{E}\frac{dx}{dt} + \mathcal{E}^2\left[f_2(x,y) + U_2\right] = 0, \qquad (1)$$

где $U(U_1, U_2)$ - функция управления, $\mathcal{E}\ \frac{\lambda}{W}$ - некоторый параметр, $\lambda = const$, W - скорость движения в окрестности массы m_1, причем параметр W зависит от начальной скорости V_0 так, что если $V_0 \longrightarrow +\infty$, то $W \longrightarrow +\infty$, а, следовательно, $\mathcal{E} \to 0$. С помощью принципа максимума Л.С.Потрягина для системы (1) решается задача о быстрейшем переходе между двумя точками фазового пространства при условии, что функция управления $U(t)$ принадлежит замкнутой области V, $t_0 \leqslant t \leqslant T$, которая в результате сводится к краевой задаче восьмого порядка, причем $U_1 = U^0 \, Sign \, \psi_3$, $U_2 = U^0 \, Sign \, \psi_4$, где ψ_i, (i = 1, 2, 3, 4) - решение вспомогательной системы дифференциальных уравнений. С помощью метода, аналогичного методу сопряженных уравнений для линейной системы, краевая задача сводится к задаче Коши, решение которой определяется с помощью асимпотического представления

$$\Theta(t) = \Theta_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \varepsilon^k \Theta_k(t), \quad (\Theta = x, y, \mathring{y}, \mathring{x}, \psi_i),$$

где Θ_0 - решение системы при $\varepsilon = 0$. Полученное решение табулируется на некотором промежутке $t_0 \leqslant t \leqslant t_1$ и сравнивается с решением, полученным одной из схем метода Рунге-Кутта, причем в качестве меры отклонения точного решения от приближенного используется интеграл энергии.

АЛГОРИТМ И ПРОГРАММА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ДВУМЕРНОЙ КВАЗИСТАЦИОНАРНОЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ПОДВИЖНЫМ ИСТОЧНИКОМ НА ЭВМ "УРАЛ-2"

Мельникова З.П.

Разработан алгоритм и программа для решения двухмерной задачи теории теплопроводности при действии локального теплового источника, перемещающегося по прямой линии с постоянной скоростью.

Изучаемая область представляет тонкую прямоугольную пластину. По краям предполагаются условия тепловой изоляции. Учитывается теплоотдача в окружающую среду, поглощение и выделение скрытой теплоты плавления вблизи источника, а также зависимость теплофизических характеристик материала от температуры. Источник передвигается вдоль одного края пластины. Распределение подводимой энергии по радиусу может быть произвольным.

Для решения задачи применен метод конечных разностей. На основе изложенного алгоритма разработана программа для расчета температурного поля при сварке листов встык подвижным источником.

Составленная программа позволяет делить изучаемую область на произвольное число элементов по осям x и y. Общее число элементов не более 600. Длительность решения зада чи составляет от 20 до 40 минут. Длина программы 7000_8 ячеек. Используется до двух магнитных барабанов.

О ПРОГРАММАХ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ И КАЧЕСТВА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

Митенков Ф.М., Бояринов В.С.,
Бурячкова М.И., Васильева В.В.

Приводятся характеристики стандартных программ для исследования устойчивости и качества переходных процессов линейных систем вида

$$\left\{ \frac{dx_i}{dt} = \sum_{k=1}^{n} a_{ik}(p,q)\, x_k \qquad i=1,2,\ldots,n \right.$$

Программы позволяют определить границу области устойчивости в плоскости любых двух параметров системы p и q и построить линии равной степени устойчивости системы для $n \leqslant 26$, а также выделить из области устойчивости системы области апериодической устойчивости для $n \leqslant 20$.

Для исследования устойчивости системы используется критерий РАУСА - ГУРВИЦА, для нахождения области апериодичности метод КАЦА с использованием критерия РАУСА - ГУРВИЦА.

Для вычисления коэффициентов характеристического уравнения системы применяются метод ДАНИЛЕВСКОГО или метод ЛЕВЕРРЬЕ с видоизменением ФАДЕЕВА в зависимости от особенностей матрицы системы.

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА АБЕРРАЦИЙ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ЭМИССИОННЫХ СИСТЕМ, ПРЕТЕРПЕВШИХ МАЛУЮ ДЕФОРМАЦИЮ ЭЛЕКТРОДОВ

Морозова Л.Н.

Назначение программы:

Программа предназначена для оценки коэффициентов аберраций электростатических эмисионных систем, претерпевших малую деформацию границ.

Программа позволяет рассчитать:

I. Параксиальные траектории электростатической системы как в случае идеальной круговой симметрии, так и в случае сдвига или перекоса осей электродов эмиссионной системы.

2. Коэффициенты аберраций эмиссионных систем, обладающих осевой симметрией: дисторсию, кривизну, кому, сферическую аберрацию.

3. Коэффициенты аберраций, возникающих при сдвиге или перекосе осей электродов: дисторсию, кривизну, кому.

4. Коэффициенты аберраций вследствие эллиптичности электродов, астигматизм.

ЦИКЛ ПРОГРАММ ДЛЯ РАСЧЕТОВ В ОБЛАСТИ ГАЗОВОЙ ЭЛЕКТРОНОГРАФИИ

Морозова Л.Н.

Эти программы охватывают наиболее важные стадии расчета структуры молекулы. Исходя из экспериментальных значений молекулярной составляющей интенсивности рассеяния, вычисляется функция радиального распределения.

Вычисляется преобразование Фурье функции радиального распределения.

Для ряда моделей функции радиального распределения рассчитываются по теоретическим данным, что позволяет судить о том, насколько данная модель соответствует структуре реальной молекулы. Для функции радиального распределения вычисляется фактор достоверности.

Этот комплекс программ может найти широкое применение не только при исследовании строения молекул методом газовой электронографии, но также при исследовании строения аморфных твердых тел, жидкостей и т.д.

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГОДОГРАФОВ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН НА ЭЦВМ

Морозова И.Д., Хромова Т.В.

Основная задача геометрической сейсмики - определение функции скалярного поля времен $t=t(x,z)$, удовлетворяющей уравнению Гамильтона

$$(\operatorname{grad} t)^2=\frac{1}{V^2(x,z)} \quad (1).$$

На некоторой кривой R_0, определяемой уравнениями

$$\begin{aligned} x&=x_0(\xi) \\ z&=z_0(\xi) \end{aligned} \quad (2),$$

заданы начальные условия в виде годографа сейсмических волн

$$\tau=\tau(\xi)=t\left[x_0(\xi),z_0(\xi)\right] \quad (3).$$

Решение этой задачи сводится к решению задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений характеристик уравнения (1):

$$\begin{aligned} \mathring{x}&=pV^2 \\ \mathring{z}&=rV^2 \\ \mathring{p}&=-\frac{V_x}{V} \\ \mathring{r}&=-\frac{V_z}{V} \end{aligned} \quad (4)$$

, где $p=\dfrac{\partial t}{\partial x}$; $r=\dfrac{\partial t}{\partial z}$

Начальными условиями для системы (4) являются уравнения(2) и соответствующие условия для функций p, τ:

$$p = p_0(\xi)$$
$$\tau = \tau_0(\xi)$$

Система (4) представляет собой уравнения сейсмических лучей. Решив систему, можно пользоваться любым из методов интерпретации годографов сейсмических волн (КМОВ, КМПВ или методом обменных волн) для построения границ отражения, преломления или обмена. Эту же методику можно использовать для нахождения скоростей в слое.

В вычислительном центре СГУ разработан алгоритм метода (названного "лучевым") интерпретации годографов сейсмических волн и проводится большая экспериментальная работа по определению границ залегания пластов по годографам отраженных, преломленных и обменных волн.

МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЛАПЛАСА

Назаренко Г.С.

Приводятся результаты численного решения задачи Коши для уравнения Лапласа с начальными данными, заданными на отрезке. Решение представлено в форме регуляризованного ряда по гармоническим функциям. Исследуется влияние степени регуляризации на точность аппроксимации начальных данных и характер решения.

Составлена программа, реализующая этот метод в кодах ЭВМ "Урал-2" и на АЛГОЛ-60.

РЕШЕНИЕ ПОЛНОЙ ПРОБЛЕМЫ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ

Небалуев Н.А.

I. Составлена программа решения полной проблемы собственных значений для невырожденной вещественной матрицы ортогональным степенным методом ($n \leq 21$). Разложение исходной матрицы на ортогональную и треугольную осуществлено методом отображений.

Ортогональная матрица записывается в виде векторов. Программа составлена для выделения диагональных клеток до 3-го порядка. Печать собственных значений матрицы осуществляется с указанием их кратности, комплексные собственные значения печатаются в виде $a \pm ib$.

2. Точность определения собственных значений зависит от количества итераций и от заданной точности выделения диагональных клеток матрицы.

3. Рабочая длина программы 633 ячейки. Программа стандартная для работы с КП-3. Время одной итерации $\approx 0{,}01 n^2 (n+1)$ сек. Рабочих ячеек $\approx 3{,}5\, n^2$ – полных.

4. Для решения частичной проблемы собственных значений необходимо ограничить количество циклов по определению числа векторов ортогональной матрицы до количества искомых собственных значений.

БИБЛИОТЕКА СТАНДАРТНЫХ И ТИПОВЫХ ПРОГРАММ ПО СТАТИСТИКЕ ДЛЯ ЭВМ „УРАЛ-2" – „УРАЛ-4"

Романов М.А.

1. Большие и разнообразные работы, ведущиеся в ААНИИ по статистической обработке метеорологической, гидрологической и др. информации вызвали необходимость создания библиотеки стандартных и типовых программ по статистической обработке информации.

2. Библиотека будет по возможности гибкой и полной для того, чтобы создание любой рабочей программы сводилось к написанию ведущей программы, содержащей лишь ввод информации, обращение к программам библиотеки, выдачу результатов и, может быть, какую-то нестандартную часть, которой нет в библиотеке.

3. Наибольшую часть библиотеки составляют различные модификации программ для вычисления корреляционной и структурной зависимостей между рядами статистической информации.

4. Специфической особенностью метеорологической информации является малый разброс и возможность ограничения 3-4 значащими цифрами. Это делает возможным вводить эту информацию в неполные ячейки с фиксированной запятой, что, естественно, увеличивает емкость оперативной памяти.

5. Почти все программы имеют модификации для работы с числовым материалом, записанным по неполным ячейкам с фиксированной запятой.

6. Ограниченность оперативной памяти вызвала необходимость создания модификаций некоторых стандартных программ с использованием накопителя на магнитном барабане. Эти программы названы типовыми.

СТАНДАРТНАЯ ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ВОЛЬТЕРРА 2-ГО РОДА

Сабсович Л.Л.

Стандартная программа № 525037 предназначена для решения уравнения Вольтерра 2-го рода $\varphi(x)=f(x)+\int_0^x \varphi(\xi)K(x,\xi)d\xi$ с оптимальным выбором шага построения таблицы по заданной точности ε определения неизвестной функции.

Программа использует алгоритм Кантаровича, приведенный так же в 10 главе 2-го тома книги И.С. Березина и Н.П. Жидкова "Методы вычислений".

Для выбора оптимального шага по заданной точности вычислений ε оценивается ошибка вычисления каждого значения функции $\varphi(x_k)$, которая не должна превышать $\frac{x_k - x_{k-1}}{b-a}\varepsilon$.

Если она превышает это значение, то шаг $x_k - x_{k-1}$ пропорционально уменьшается и вычисление $\varphi(x_k)$ повторяется. Если же ошибка получилась малой, то значение $\varphi(x_k)$ засылается в таблицу результатов и по известной производной $\varphi'(x_k)$ предсказывается величина следующего шага.

Таблица $\varphi(x_k)$ составляется до достижения заранее заданного значения $x=b$.

СТАНДАРТНАЯ ПРОГРАММА ОТДЕЛЕНИЯ КОРНЕЙ И ПОЛЮСОВ

Сабсович Л.Л., Качалов А.А.

Стандартная программа № 525036 предназначена для отделения корней и полюсов функции $f(x)$ одного переменного на заданном участке (a, b) изменения переменного X с заданной степенью абсолютной или относительной точности ε.

Программа состоит из 3-х самостоятельных блоков – блока отделения корней и полюсов, блока уточнения корней и блока уточнения полюсов. В первом блоке, начиная с начала отрезка X = a, последовательно вычисляются значения функции $f(x)$ с оптимальным шагом до тех пор, пока не произойдет изменение знака функции, после чего управление передается во второй блок. Допустимость величины шага определяется из условия, чтобы стрелка между кривой и хордой в середине отрезка ($x_i ; x_{i+1}$) не превышала заданной доли от ординаты кривой в этой точке (условие спрямления участка кривой). Предсказание оптимального шага вперед определяется из выполнения условия допустимости для параболы, проведенной через 3 точки на уже спрямленном участке. При прохождении полюса предсказанный оптимальный шаг становится меньше заданной точности ε, и это служит признаком наличия особенности. Аналогичное положение создается и при прохождении двух очень близких корней.

Приняты меры для возможности их разделения и обработки.

В блоке уточнения корня использован экономный способ уточнения корня, реализованный в программе № 525011. В этом же блоке ведется счет найденных корней и осуществляется выход из СП при достижении заданного числа n. Уточнение полюса проводится построением графика функции в районе полюса с шагом ε. Специальные выходы предусмотрены для случая, когда на заданном участке $(a\,b)$ окажется меньше заданного числа корней, для обработки корня и обработки полюса.

АНАЛИЗ БОЛЬШИХ СИСТЕМ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

Селиверстова Е.С., Темкин В.Л.

Дан автомат без памяти, имеющий входов, выходов и состоящий из блоков. Работа каждого блока описывается системой булевых функций, связь блоков осуществляется приравниванием входов одного блока к выходам других.

Уравнения, описывающие блок, составлены с учетом неисправностей, возникающих при работе блока. Таким образом, автомат описывается системой булевых функций, содержащей большое число уравнений (порядка 1 000).

Случайным образом выбираются различные наборы неисправностей и для них определяется, являются ли выходы системы тождественно ложными; в противном случае определяется, какие значения должны принимать входы, чтобы выход системы не был тождественно ложным.

Задача решена на ЭВМ "Урал-2".

СТАНДАРТНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ПРИБЛИЖЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИ ЗАДАННЫХ ФУНКЦИЙ СТЕПЕННЫМИ МНОГОЧЛЕНАМИ

Сенюков А.В.

Опыт решения задач в ВИА им. Куйбышева показывает, что наиболее часто возникает необходимость приближения сравнительно несложных функций, которые оказывается возможным аппроксимировать с требуемой точностью многочленами $3 \div 12$-й степени. При этом большая часть функций имеет отрезок определения

$$0 \leq X \leq Z \tag{1}$$

и меньшая часть - отрезок определения

$$-Z \leq X \leq Z , \tag{2}$$

где X - аргумент графически задаваемой функции $F(X)$.

Наиболее простым способом получения аппроксимирующих степенных многочленов является метод наименьших квадратов. Однако, для получения многочлена n-й степени при этом требуется вычислять значения аргумента в степени $2n$, что ограничивает степень получаемого многочлена. Например, при $X = 0{,}1$ или $X = 10$ и $n = 10$ значения $0{,}1^{20}$ и 10^{20} превышают возможности разрядной сетки многих ЭЦВМ.

Поэтому для получения аппроксимирующих многочленов в стандартной программе используются полиномы Чебышева первого рода, обеспечивающие равномерное приближение функции на всем отрезке определения ее и позволяющие с хорошей сходимостью получать любую степень точности приближений в пределах возможностей ЭЦВМ.

С целью учета особенностей приближаемых функций в ВИА им. В.В. Куйбышева разработаны три стандартные программы:

I. Программа для приближения функций на отрезке (I) многочленами до IO-й степени с использованием смещенных полиномов Чебышева I-го рода (ортогональных на отрезке $0 \leqslant x \leqslant 1$).

2. Программа для приближения функций на отрезке (2) многочленами до I2-й степени [ж] с использованием полиномов Чебышева, ортогональных на отрезке

$$-1 \leqslant x \leqslant 1 \tag{4}$$

3. Программа для приближения функций на отрезке (2) многочленами до 20-й степени с использованием полиномов Чебышева, ортогональных на отрезке

$$-2 \leqslant x \leqslant 2 \tag{5}$$

Необходимость разработки последней программы обусловлена тем, что коэффициенты полиномов Чебышева первого рода, ортогональные на отрезке (4) и, в особенности, на отрезке (3) быстро возрастают с увеличением степени многочлена:

ж) Стандартные программы решения задач на ЭЦВМ "Урал-2" Выпуск I. Изд. ВИА, М., I965.

коэффициенты полиномов, ортогональных на отрезке (3), достигают восьмизначных чисел при n = II, а на отрезке (4) - при n = 22. Если же произвести преобразование полиномов с отрезка (4) к отрезку (5), то рост коэффициентов с увеличением степени значительно замедляется и лишь при n = 40 коэффициенты достигают восьмизначных чисел.

Алгоритм вычисления коэффициентов аппроксимирующих многочленов для указанных выше трех стандартных программ является общим. Рассмотрим его применительно к третьей стандартной программе.

Для ввода в память ЭЦВМ исходная функция $Y = F(X)$, задаваемая на произвольном отрезке

$$X_0 \leqslant X \leqslant X_m \tag{6}$$

представляется в виде дуг квадратных парабол

$$Y_j = A_{0j} + A_{1j}X + A_{2j}X^2 \tag{7}$$

определяемых на отрезках

$$X_{2j-2} \leqslant X \leqslant X_{2j} \tag{8}$$

так, чтобы дуга квадратной параболы с необходимой точностью приближала исходную функцию на отрезке (8). При известном навыке разбивка графика на дуги парабол производится визуально. Поскольку уравнение параболы может быть получено при задании ее трех произвольных точек, то помимо граничных точек X_{2j-2}, Y_{2j-2}; X_{2j}, Y_{2j} назначаются промежуточные точки X_{2j-1}, Y_{2j-1}

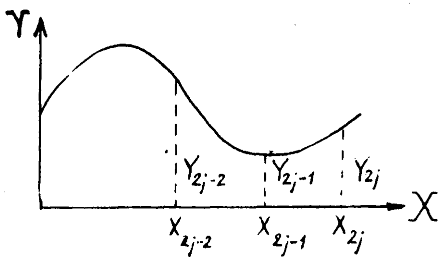


Рис. I.

Программа предусматривает представление функции с помощью 3-х $\div$ 20-ти дуг парабол. При максимальном числе параболических дуг в память ЭЦВМ вводятся значения аргумента

$$X_0, X_1, \ldots, X_{40}$$

и значения функции

$$Y_0, Y_1, \ldots Y_{40}.$$

Работа СП начинается с преобразования значений аргумента с отрезка (8) к отрезку (5) по формуле

$$x_{2j} = \frac{2}{X_{2m} - X_0} \left(2X_{2j} - X_0 - X_{2m} \right), \tag{9}$$

после чего определяются коэффициенты парабол

$$y_i = a_{0j} + a_{1j} x + a_{2j} x^2 \tag{IO}$$

по формулам:

$$\left.\begin{aligned} a_{0j} &= y_{2j-2} - a_1^* x_{2j-2} + a_2^* x_{2j-2}^2 \\ a_{1j} &= a_1^* - 2a_2^* x_{2j-2}, \\ a_{2j} &= a_2^* \end{aligned}\right\} \tag{II}$$

где

$$\left.\begin{aligned}
&a_1^* = \xi_2 \bar{x}_3 - \xi_1 \bar{x}_2 ,\\
&a_2^* = \xi_1 - \xi_2 ,\\
&\xi_1 = \frac{(y_{2j} - y_{2j-2})\,\bar{x}_2}{\bar{x}_2\,\bar{x}_3\,(\bar{x}_3 - \bar{x}_2)} , \quad \xi_2 = \frac{(y_{2j-1} - y_{2j-2})\,\bar{x}_3}{\bar{x}_2\,\bar{x}_3\,(\bar{x}_3 - \bar{x}_2)} ,\\
&\bar{x}_2 = x_{2j-1} - x_{2j-2} , \quad \bar{x}_3 = x_{2j} - x_{2j-2}
\end{aligned}\right\} \qquad (12)$$

j = 1, 2, ..., m (m – общее число параболических дуг).

Коэффициенты аппроксимирующего многочлена

$$y(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_n x^n \qquad (13)$$

вычисляются по формулам:

$$\left.\begin{aligned}
&a_0 = C_0 \beta_{00} + C_2 \beta_{02} + C_4 \beta_{04} + \ldots ,\\
&a_1 = C_1 \beta_{11} + C_3 \beta_{13} + C_5 \beta_{15} + \ldots ,\\
&a_2 = C_2 \beta_{22} + C_4 \beta_{24} + C_6 \beta_{26} + \ldots\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
&a_i = C_i \beta_{ii} + C_{i+2} \beta_{i,i+2} + C_{i+4} \beta_{i,i+4}
\end{aligned}\right\} \qquad (14)$$

где $\beta_{i,i+2\nu}$ – коэффициенты полиномов Чебышева, ортогональных на отрезке (5) (ν = 0, 1, 2, ...);

$$
\left.
\begin{aligned}
&C_0=\frac{1}{\pi}\beta_{00}J_0^{*},\\
&C_1=\frac{2}{\pi}\beta_{11}J_1^{*},\\
&C_2=\frac{2}{\pi}\left(\beta_{02}J_0^{*}+\beta_{22}J_2^{*}\right),\\
&C_3=\frac{2}{\pi}\left(\beta_{13}J_1^{*}+\beta_{33}J_3^{*}\right),\\
&C_4=\frac{2}{\pi}\left(\beta_{04}J_0^{*}+\beta_{24}J_2^{*}+\beta_{44}J_4^{*}\right);\\
&\dots\dots\dots\dots\dots
\end{aligned}
\right\}
\qquad (15)
$$

$$
J_i^{*}=\sum_{j=1}^{m}\left(a_{0j}J_{ij}+a_{1j}J_{i+1\,j}+a_{2j}J_{i+2\,j}\right) \qquad (16)
$$

$$
J_{ij}=4\,\frac{i-1}{i}\,J_{i-2\,j}-\frac{1}{i}\left[x_{2j}^{\,i-1}\sqrt{4-x_{2j}^{2}}-x_{2j-2}^{\,i-1}\sqrt{4-x_{2j-2}^{2}}\right] \qquad (17)
$$

Формула (17) используется при начальных условиях:

$$
\left.
\begin{aligned}
&J_{0j}=\arcsin\left(\frac{x_{2j}}{2}\right)-\arcsin\left(\frac{x_{2j-2}}{2}\right),\\
&J_{1j}=\sqrt{4-x_{2j-2}^{2}}-\sqrt{4-x_{2j}^{2}}
\end{aligned}
\right\}
\qquad (18)
$$

Коэффициенты полиномов Чебышева, ортогональные на отрезке (5), получаются по рекуррентной формуле

$$
\overline{\overline{T}}_{k+1}(x)=x\overline{\overline{T}}_{k}(x)-\overline{\overline{T}}_{k-1}(x) \qquad (19)
$$

при начальных условиях

$$
\overline{\overline{T}}_{0}(x)=1;\qquad \overline{\overline{T}}_{1}(x)=0{,}5x \qquad (20)
$$

Многочлен (13) аппроксимирует исходную функцию на отрезке (5). Преобразование к исходному отрезку (6) производится заменой аргумента x на исходный аргумент X по формуле (9).

С целью контроля правильности приближений при необходимости могут вычисляться значения аппроксимирующего многочлена с шагом $\Delta x = 0{,}04$, начиная с $x_0 = -2$.

В этих же узловых точках могут определяться значения производной. Для вычисления значений аппроксимирующего многочлена и его производной используются ключи.

Контроль точности производится с помощью выдачи максимального абсолютного отклонения, определяемого по значениям исходной функции и аппроксимирующего многочлена в 51-й равноотстоящей точке отрезка определения функции.

Длина программы составляет $1700_{(8)}$ адресов. Для записи промежуточных результатов используется вся оперативная память.

Время вычислений зависит от степени аппроксимирующего многочлена и объема выдаваемой информации и колеблется от нескольких секунд до 3 ÷ 4 минут.

РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ УСЛОВНЫХ УРАВНЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ МАТРИЦ

Сердюк Г. Н., Меламед С. Р.

Рассматривается „m" условных уравнений с „n" неизвестными $(m > n)$

$$\Gamma X = \lambda$$

Эта система приводится к системе нормальных уравнений $AX = L$, причем $A = \Gamma'\Gamma$, $L = \Gamma'\lambda$, где Γ' - транспонированная матрица. Система нормальных уравнений $AX = L$ решается способом разложения матрицы A на произведение двух треугольных матриц $A = B \cdot C$.

Решение дается следующими формулами:

$$A = B \cdot C,$$

откуда $BCX = L$.

Если обозначить $CX = Z$, то получим $BZ = L$.

Определяются средние ошибки неизвестных.

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОБРАЩЕНИЯ БАЛАНСОВЫХ МАТРИЦ

Тапфер Ю.И.

В балансовых расчетах большую проблему представляет вычисление коэффициентов полных затрат. Эта проблема сводится к обращению матрицы прямых затрат. Из-за большой размерности этой матрицы оказываются непригодными обычные алгоритмы обращения матриц.

Своеобразное строение матриц прямых затрат позволяет разработать специальные методы обращения. Наиболее выгодным является здесь итерационный метод, который единственно свободен от опасности накопления ошибок при решении задач с большой размерностью и имеет довольно простой вид при использовании на ЭВМ.

В ВЦ ТГУ разработан специальный итерационный метод обращения балансовых матриц. Для ЭВМ "Урал-4" составлены программы обращения матриц порядка до 200. Практически обращен ряд матриц до 152 порядка, причем требуемая точность $\varepsilon = 0{,}007$ достигалась на 6 - 8-ом шагу. Обращение матрицы 180-го порядка требовало 12 часов машинного времени.

Методика выработки и основные направления усовершенствования метода приведены в статье Муллари Р., Тапфер Ю. "Об одном методе обращения балансовых матриц" (Ученые записки ТГУ №177, 196 , гор. Тарту).

СТАНДАРТНЫЕ ПОДПРОГРАММЫ ИНТЕРПОЛЯЦИИ

Тиханова Л.

Для работы с функциями, заданными таблично, составлена серия стандартных подпрограмм интерполяции.

а/ Программы выборки из таблиц с линейной и квадратичной интерполяцией для функции одного переменного $f(x)$, заданной в следующем виде: $x_{нач.}, x_{кон.}, x_1, f_1, x_2, f_2, \ldots$ $\ldots x_n, f_n$.

Программы удобны для часто меняющихся таблиц с нефиксированным количеством заданных точек.

б/ Программа выборки из таблиц с линейной интерполяцией для функции двух переменных $f(x,y)$ с неравномерным шагом по обоим аргументам.

в/ Программа выборки из таблиц с линейной интерполяцией для группы функций от данного переменного, если функции заданы при одних и тех же значениях аргумента. Для монотонных функций допускается обратная интерполяция.

Имеется вариант этой программы для случая, когда таблицы предварительно масштабированы и записаны по неполным ячейкам.

г/ Программы интерполяции группы функций от одного переменного по трем и пяти точкам с вычислением производных.

Для монотонных функций возможна обратная интерполяция. Программы удобны в комплексе с программами интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений методом Эйлера с пересчетом и методом Рунге - Кутта в модификации Мерсона, так как порядок погрешности интерполяции соответствует порядку погрешности программ интегрирования.

РЕШЕНИЕ ИТЕРАЦИОННЫМ СПОСОБОМ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ, МАТРИЦА КОЭФФИЦИЕНТОВ КОТОРОЙ СИММЕТРИЧНА И СОДЕРЖИТ БОЛЬШОЕ ЧИСЛО НУЛЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Умедьян В.В.

I. Использование симметричности матрицы коэффициентов и наличия нулевых элементов.

В машину вводятся ненулевые элементы матрицы, расположенные выше главной диагонали и на диагонали, а также информация об элементах, т.е. пары чисел i,k , где i – номер строки и k – номер столбца, на пересечении которых находится соответствующий элемент. Преобразованная машиной информация об элементах состоит из пар чисел k,ℓ , где ℓ – порядковый номер элемента. Паре чисел, последней для строки, приписывается минус.

2. Объем задач, решаемых при использовании только оперативной памяти, определяется формулой:

$$2m+n\leqslant 1500,$$

где m – число ненулевых элементов,

n – число уравнений.

3. Время, требуемое для решения задачи, зависит от порядка системы, числа нулевых элементов, начального приближения, коэффициента ускорения, требуемой точности. Например, для решения 180 уравнений с точностью 0,005 % требуется $\approx$5мин.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ЛЕЖАНДРА $P_\nu(\cos\theta)$ НЕЦЕЛОГО ИНДЕКСА ν

Уметчикова Н.А.

В данной работе приводятся формулы для вычисления $P_\nu(\cos\theta)$, перекрывающие весь диапазон ν и θ. Дан вывод некоторых формул, оценка сходимости рядов для $P_\nu(\cos\theta)$. Определяется область применения каждой формулы.

Прилагаются программы вычисления $P_\nu(\cos\theta)$ в кодах ЭВМ "Урал-2" и на АЛГОЛ-60.

СТАНДАРТНЫЕ ПРОГРАММЫ РЕШЕНИЯ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Усатенко Г.П., Кантор Б.Я.

Многие задачи математической физики сводятся к указанным в названии доклада, так что СП для их решения могут найти широкое применение.

В докладе приведено описание двух таких программ. Первая основана на применении модифицированного метода сведения краевой задачи к ряду задач Коши и имеет сравнительно простую структуру.

Вторая СП использует метод С.К. Годунова, предусматривающий выполнение ортогонализации /в ряде промежуточных точек интервала/ векторов, компоненты которых являются значениями фундаментальных решений. Практически не увеличивая машинное время, эта СП позволяет избежать вычислительных трудностей, связанных с плохими свойствами фундаментальной системы.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЭЦВМ "УРАЛ-2" БИНОМИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВЕРОЯТНОСТНЫХ РЯДОВ, ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАЧАМ ЭНЕРГЕТИКИ

Фельдман Т.А., Шаханова Т.А., Мирковская Р.Е.

Возникновение дефицита мощности в энергосистемах является следствием ряда случайных неблагоприятных событий, связанных, в основном, с аварийным повреждением оборудования, поэтому оценка надежности энергоснабжения и, соответственно, выбор аварийного резерва мощности базируется на использовании теории вероятностей.

В настоящей программе используется известный вероятностный метод для расчета оптимальной величины аварийного резерва мощности в энергосистемах. Программа предусматривает:

I Определение биномиального распределения вероятностей состояния основного оборудования (в работе или в аварии) для групп оборудования, характеризующихся одинаковыми значениями аварийности (относительной длительности нахождения в аварии).

Энергосистема состоит из агрегатов, которые могут быть подразделены на ряд групп, отличающихся одна от другой типом, мощностью и вероятностью аварийного состояния. Под средней статистической вероятностью аварийного состояния понимается величина

$$q = \frac{T_{ab}}{T_{pab} + T_{ab}}$$

где T_{ab} - длительность аварийного состояния агрегата, взятая за достаточно продолжительный период времени,

T_{pab} - длительность рабочего состояния агрегата за тот же промежуток времени.

Вероятность рабочего состояния агрегата в период отсутствия плановых ремонтов и остановов:

$$p = \frac{T_{pab}}{T_{pab} + T_{ab}} ,$$

то есть $p = 1 - q$.

Численные значения p и q определяются на основании длительных статистических наблюдений и принимаются средними для каждой из рассматриваемых однотипных групп. Состояние агрегатов каждой из групп есть дискретная случайная величина, подчиняющаяся биномиальному закону распределения.

Рассмотрим алгоритм программы определения биномиального распределения вероятностей, т.е. подсчета членов разложения бинома:

$$(p+q)^n = p^n + C_n^1 p^{n-1} q + C_n^2 p^{n-2} q^2 + \ldots + C_n^k p^{n-k} q^k + \ldots + q^n .$$

Первый член разложения бинома p^n находят следующим образом. Формируется последовательность чисел p^{2^i}, где $i = 0, 1, 2, \ldots, \ell$ и хранится в памяти машины. Затем находится двоичное разложение числа n ;

$$n = \sum_{i=0}^{\ell} c_i 2^i,$$

где $2^\ell \le i < 2^{\ell+1}$, c_i принимает значения 0 или 1.

Тогда

$$p^n = \prod_{i=0}^{\ell} p^{c_i 2^i}.$$

Ввиду того, что общий член разложения бинома может быть представлен в виде

$$p_k = C_n^k \, p^{n-k} \left(\frac{q}{p}\right)^k$$

для нахождения следующих членов разложения бинома можно первый член p^n умножить на дробь $\left(\frac{q}{p}\right)^k$ и на число сочетаний C_n^k, где $k = 1, 2, \ldots, n$.

2) Получение ряда распределения вероятностей, характерного для энергосистемы в целом, путем комбинирования рядов распределения вероятностей состояния отдельных групп.

В программе использован следующий прием.

Пусть имеем m групп (агрегатов энергосистемы) и возможные состояния внутри каждого группы заданы соответствующими рядами распределения вероятностей:

$$R(M_{m\varepsilon}^{a}),\ R(N_{n\varepsilon}^{a}),\ R(Q_{q\varepsilon}^{a}),\ \ldots,\ R(F_{f\varepsilon}^{a}).$$

Получаем промежуточный ряд распределения вероятностей $R(M^a N^a)$, как результат комбинирования двух рядов. Для получения следующего промежуточного ряда необходимо произвести почленное умножение рядов $R(M^a N^a)$ и $R(Q_{q\varepsilon}^{a})$ с последующим суммированием соответствующих членов, т.е. найти сумму произведений различных вероятностей.

Таким образом получен и результирующий ряд - ряд распределения вероятностей аварийного снижения мощности в энергосистеме.

3) Определение вероятности попадания аварии на нагрузку, путем умножения полученного выше результирующего ряда вероятностей выхода различного числа агрегатов в аварию на заданный ряд распределения вероятностей снижения нагрузки (в соответствии с ожидаемым графиком нагрузки и графиками ввода новой мощности и вывода основного оборудования в плановый ремонт).

4) Определение вероятного размера ликвидируемого дефицита мощности при вводе каждого последующего резервного агрегата, характеризуемого показателем интегральной вероятности дефицита.

5) Определение экономически оправдываемого числа вводимых для резервирования агрегатов путем сопоставления затрат на создание такого резерва с величиной ликвидируемого в народном хозяйстве математического ожидания ущерба от аварийного недоотпуска электроэнергии.

Настоящая программа применена в нашем институте при проектировании развития энергосистем.

ПРОГРАММА СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ, РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПО НОРМАЛЬНОМУ ЗАКОНУ

Хайкин Е.И., Ковлейский Ю.Б., Виноградов В.Н.

Программа представляет собой датчик случайных чисел с нормальным законом распределения. Программа вырабатывает 4000 случайных чисел при заданных значениях математического ожидания и дисперсии и используется для решения статистических задач.

ОПЫТ РЕШЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВОЛЬТЕРРА В КОМПЛЕКСНОЙ ОБЛАСТИ

Хомутинников Б.Д.

Дано интегральное уравнение:

$$y\left(\frac{\xi}{\delta}\right)=e^{i\mu\theta_1}+\frac{1}{i\mu\sqrt{\pi}}\int_0^{\delta}\frac{e^{-w}}{\delta}\int_0^{\xi}y\left(\frac{\tilde{\xi}}{\delta}\right)e^{-i\mu(\theta-\tilde{\theta})}\,d\tilde{\xi}\,dw-$$

$$-\frac{1}{i\mu\sqrt{\pi}}\int_{\delta}^{\infty}e^{-w}\left(\frac{e^{\delta}-1}{\delta}\right)\int_0^{\xi}y\left(\frac{\tilde{\xi}}{\delta}\right)e^{-i\mu(\theta-\tilde{\theta})}\,d\tilde{\xi}\,dw$$

где $\theta_1=\frac{1}{2}\frac{\xi}{\sqrt{\omega_1+\eta}}$; $\theta=\frac{1}{2}\frac{\xi}{\sqrt{\omega+\eta}}$; $\tilde{\theta}=\frac{1}{2}\frac{\tilde{\xi}}{\sqrt{\omega+\eta}}$; $\left.\begin{matrix}\mu\\ \delta\\ \eta_1\end{matrix}\right\}const.$

Известными методами эта задача сводится к системе уравнении с треугольной матрицей. Эта система решается аналитически. Выведенная формула позволяет свести решение исходного уравнения к табулированию с выбранным шагом. Полученные результаты были использованы при анализе распространения дробовых шумов в многоскоростных потоках с неоднородностью ускоряющего потенциала.

РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОИЗВОЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ

Череващкий В.Б., Гольбрайх Л.С., Фетисов Ю.Б.

В статье приведены методы расчета геометрических характеристик произвольных сечений применительно к различным электронно-вычислительным машинам.

В качестве примера приведены программы для машин "Урал-2" и "Урал-4".

При проектировании и многократной прочностной оценке конструктивных схем весьма актуальна задача быстрого подсчета геометрических характеристик различных форм.

Предлагаемый метод, используя координатное задание точек контура и внутренних полостей, позволяет приближенно рассчитать площадь, координаты центра тяжести, статические моменты и моменты инерции сечения произвольных очертаний и особенно удобен при использовании вычислительной техники.

Полученную программу можно использовать как подпрограмму при составлении программ по расчету на прочность различных узлов и деталей машин.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПЛОСКИХ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ

Черникова Л.В., Анисимов В.Я., Досяк Е.С.

Представленная программа является реализацией расчета плоских статически неопределимых систем методом сил. Кроме выбора расчетной схемы, все этапы расчета автоматизированы:

1) анализ на геометрическую неизменяемость;

2) составление уравнений равновесия;

3) выбор основной системы;

4) нахождение коэффициентов канонических уравнений;

5) построение эпюр изгибающего момента, перерезывающей и продольной сил.

Программа рассчитана для решения систем любой конфигурации, состоящих из элементов с различными видами жесткостей, меняющимися по заданному закону.

Нагрузки, действующие на систему, могут быть различных видов и изменяться по заданным законам.

Для введения необходимой информации об объекте в машину разработана система кодирования.

ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗ ОТНОСИТЕЛЬНО СТАТИСТИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ

Чуберкис В.П.

В настоящее время распространенным способом отыскания законов распределения случайной величины является постороени гистограмм.

Для получения аналитического выражения статистического закона распределения исходят из близости последнего к одному из существующих теоретических законов, причем степень близости проверяется "критерием согласия".

Принятие правильной гипотезы в значительной мере зависит от количества интервалов, на которые разбит статистический материал

Применение разложения статистических законов довольно широкого класса в ряд, основанный на нормальном законе, позволяет исключить необходимость в разбивке экспериментального материала на интервалы.

В результате процесс проверки правильности гипотетического закона распределения значительно упрощается и сводится либо к элементарным графическим построениям, либо к удобной машинной программе.

ПРОГРАММЫ РЕШЕНИЯ МНОГОФАКТОРНЫХ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ /АППРОКСИМАЦИИ, МЕТОДА БРАНДОНА И ДР./ ДЛЯ ЭЦВМ "УРАЛ-2"

Шац М.Х., Шупов Л.П., Мех В.И., Сломчинская Т.И.

На основании общих положений математической статистики разработаны три программы для ЭЦВМ "Урал-2". Первоначально намечалось использовать результаты работы только для построения математической модели обогатительной фабрики. Однако, универсальность разработанных программ позволяет использовать их для определения математических зависимостей любых объектов при наличии необходимой информации о них.

Программа № I /основная программа/ позволяет определить кривую множественной корреляции, представленную в виде суммы функций каждого аргумента. Оптимальный вид функции находят методом перебора. По каждой переменной предусматривается набор элементарных функциональных преобразований.

Программа позволяет анализировать и находить описание I5 - факторной модели, причем зависимая переменная может быть выбрана произвольно из заданной реализации этих факторов. Длина реализации по каждому параметру может превышать I000 точек, она зависит от емкости памяти магнитного барабана и не зависит от особенности программы.

Программа предусматривает возможность изменить количество факторов - аргументов, не производя каких-либо дополнительных записей в память машины. Разработанная программа дает очень широкие возможности для аппроксимации различными кривыми. Количество типов кривых практически не ограничено. Кроме задач аппроксимации, решаются задачи установления степени влияния каждого фактора и исключения из моделей факторов, не влияющих на процесс. Кроме этого, выделяются статистические характеристики решаемой задачи: средние, дисперсии, коэффициенты парной, частной и собственно-частной корреляции, индекс корреляции и др.

Программа № 2 позволяет определять оптимальный вид кривой регрессии парной корреляции или находить эмпирическую формулу парной зависимости с учетом отброса резко выделяющихся точек. Программа содержит 25 наиболее "ходовых" уравнений степенного, показательного, логарифмического и др. типов.

Из заданной совокупности машина выбирает кривую, дающую лучшую аппроксимацию. Оценка аппроксимации производится по индексу корреляции. Набор кривых при необходимости можно менять.

Программа 3 - позволяет находить кривую множественной корреляции, представленную в виде произведения функций каждого аргумента /метод Брандона/. Здесь в качестве подпрограммы используется программа № 2, методом перебора находится оптимальная формула, описывающая парную связь функции с аргументом.

В дальнейшем намечено внести ряд усовершенствований в разработанные программы, расширяющие их возможности.

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ НАХОЖДЕНИЯ КОРНЕЙ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ УРАВНЕНИЙ

Шебалдин Р.П.

Предлагается итерационный процесс для решения трансцендентного уравнения, зависящего от параметра $f(x, \alpha_1, \ldots, \alpha_k) = 0$. Приводятся необходимые и достаточные условия нахождения корня по его начальному приближению. Решается вопрос о выборе начального приближения корня. Проводится сравнение с другими итерационными процессами. Рассматриваются вопросы быстроты сходимости. Определяется область применения способа. Приводятся примеры решенных уравнений.

СТАНДАРТНАЯ ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ ОБШИРНЫХ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ ГАУССА

Шусторович Э.Л.

Если матрица содержит 2-3% отличных от нуля элементов, что часто имеет место для обширных систем, то необходимое количество арифметических операций при решении системы методом Гаусса сокращается настолько, что можно решать системы, состоящие из нескольких сот уравнений и получать решения, приемлемые с точки зрения точности.

Стандартная программа решения обширных систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса-Жордана с выбором максимального по модулю элемента строки в качестве главного:

а) решает несколько сот уравнений на ЭЦВМ "Урал-2" с использованием НМЛ;

б) одновременно решает несколько систем, различающихся только свободными членами;

в) оперирует только с отличными от нуля элементами матрицы и номерами столбцов, к которым они относятся;

г) в случае линейной зависимости строки, печатает ее номер и номера несовместных систем, из числа решаемых одновременно;

д) для неопределенных систем печатает одно из решений.

Исходная матрица задается в сжатом по строкам виде
. лементы, номера столбцов).

СТАНДАРТНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОГЛАСОВАННОСТИ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО И СТАТИСТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЙ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ

Юрков Б.Н.

Пусть изучается случайная величина ξ , закон распределения которой в точности не известен и требуется определить этот закон из опыта или проверить экспериментально гипотезу о том, что величина ξ подчинена тому или иному закону. С этой целью над случайной величиной проводится ряд наблюдений, в каждом из которых она принимает определенное значение. Весь диапазон наблюдавшихся значений разбивается на интервалы или разряды, и информация представляется в виде таблицы, называемой статистическим рядом.

I_i	x_1, x_2	x_2, x_3	. . . . .	x_i, x_{i+1}	. . . .	x_n, x_{n+1}
m_i	m_1	m_2		m_i		m_n

где I_i - обозначение i - ого разряда, x_i , x_{i+1} - его границы; m_i - количество наблюдений приходящихся на i -тый разряд, n - число разрядов.

Стандартные программы предназначены для определения согласованности теоретического и статистического распределений случайной величины на основании данных таблицы I. Оценка степени согласованности определяется по критериям Колмогорова и χ^2.

Программы составлены в действительных адресах, нулевая ячейка 4000. При необходимости может быть произведена переадресация с учетом расположения исходных данных. Для всех стандартных программ исходные данные, определенные таблицей I, должны быть расположены начиная с ячейки 5776 в следующей последовательности: $x_1, x_2, x_3 \ldots x_{n+1}, m_1, m_2, \ldots\ldots n_n$ в двоичной системе. При обращении к подпрограммам содержимое сумматора должно быть равно $2n$ в коде команд (адресная часть).

Оценка согласованности по указанным критериям производится по наблюдавшимся значениям в предположении, что случайная величина подчинена законам:

1) Усеченный нормальный;
2) Логарифмический нормальный;
3) Шарлье;
4) Гамма - распределения;
5) Вейбулла;
6) Релея;
7) Экспоненциальное распределение.

Ответные ячейки СП содержат все оценки параметров указанных законов, а также соответствующие вероятности, характеризующие степень согласованности теоретического и статистического распределений.

ПРОГРАММЫ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ СФЕРИЧЕСКОЙ АБЕРРАЦИИ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Ярмусевич А.С.

Описываются программы для вычисления коэффициента сферической аберрации третьего порядка электростатических и магнитных электроннооптических систем.

Для проведения такого расчета в память машины вводятся значения осевого распределения потенциала электроннооптической системы. Последние снимаются с очень точного сеточного интегратора. Используя это распределение, интегрируется дифференциальное уравнение параксиальных траекторий. Частное решение этого дифференциального уравнения используется совместно с производными первого и второго порядка осевого распределения потенциала для вычисления определенного интеграла, которым выражается коэффициент сферической аберрации третьего порядка.

Полученные подробные результаты для конкретных систем позволяют производить выбор конструктивных размеров линз для большого класса электронноонтических приборов (электронных микроскопов, электронографов, электронно-лучевых установок).

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ЭМИССИОННЫХ СИСТЕМ

Ярмусевич Я.С., Морозова Л.Н.

Назначение программы:

Программа служит для вычисления передаточных функций электростатических эмиссионных систем и позволяет рассчитать:

1. Распределение плотности тока в изображении точечного объекта.

2. Распределение плотности тока в изображении бесконечно тонкой полосы.

3. Распределение плотности тока в изображении прямоугольной миры.

4. Распределение плотности тока в изображении синусоидальной миры.

Программа применима для расчета передаточных функций центральной области поля зрения.

СОДЕРЖАНИЕ

Hoia kiri p u h a s (selge) ja hästi m u s t, mitte hall!

Тартуский государственный университет
ЭССР, г. Тарту, ул.Юликооли, 18

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
У ВСЕСОЮЗНОГО СОВЕЩАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ
ЭВМ ТИПА "УРАЛ"

Секция I
ПРОГРАММА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

На русском языке

Ответственный редактор В.Аллсалу
Корректор О.Правдин

==

Ротапринт ТГУ 1966. Печ.листов 7,I (условных 6,4)
Учетн.-издат. листов 4,I. Тираж 800 экз.
Бумага 30х42. I/4. Сдано в печать 20/УI 1966 г.
МВ-05415. Заказ № 303.
Цена 25 коп.