

Завершить обработку процесса,

АНАЛИЗИРОВАТЬ-ТЕРМ (НомерТерма)

Анализировать и запомнить КодОперацииТерма указанного термина

Начать формировать текст соответствующего оператора

Анализировать первый ОперандТерма

ЕСЛИ ОперандТерма - объект (константа, имя переменной

и т.п.) ТО

ОБРАБОТАТЬ-ОПЕРАНД

ИНАЧЕ /\* ОперандТерма – ссылка на следующий терм \*/

Установить НомерТерма = ОперандТерма

АНАЛИЗИРОВАТЬ-ТЕРМ (НомерТерма)

КОНЕЦ-ЕСЛИ

[ Анализировать второй ОперандТерма ... ]

[ Анализировать третий ОперандТерма ... ]

Завершить обработку выражения.

**Заключение.** В работе сформулированы подходы к получению текстов моделей, ориентированных на имитационный расчет, по их процессным описаниям. Рассмотрены исполнимые формы процессных описаний, ориентированные на реализацию средствами языков программирования высокого уровня.

Применительно к языку VHDL рассмотрена структура программного обеспечения преобразования входного описания проекта в имитационную модель. Это включает перевод произвольных описаний в процессные с последующей трансформацией процессных описаний и их операторов в функционально-адекватный текст на языке С.

Система предназначена для использования в САПР в составе проектной процедуры моделирование. Может служить для обеспечения задач моделирования всех уровней описания проекта, допустимых языком VHDL. В широком смысле обеспечивает независимость модели проекта, используемой для проведения имитационных экспериментов, от формы его исходного представления.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Максимей И.В. Имитационное моделирование на ЭВМ. - М.: Радио и связь, 1988. – 232 с.
2. VHDL для моделирования, синтеза и формальной верификации аппаратуры/Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1995. – 360 с.
3. Бибило П.Н. Синтез логических схем с использованием языка VHDL. - М.: "СОЛОН-Р", 2002. – 384 с.
4. Бибило П.Н. Основы языка VHDL. - М.: "СОЛОН-Р", 2000. – 210 с.
5. Сергиенко А.М. VHDL для проектирования вычислительных устройств. - К.: "Корнейчук", 2003. – 208 с.
6. Армстронг Дж. Р. Моделирование цифровых систем на языке VHDL. - М.: Мир, 1992. – 175 с.
7. Поляков А.К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры. - М.: "СОЛОН-Пресс", 2003. – 320 с.
8. Муравьев Г.Л., Шуть В.Н. Интерпретация VHDL-описаний, согласованная с процессным способом моделирования// Вестник БГТУ.– 2005.– № 5(35).– С. 81-84.
9. Прихожий А.А., Муравьев Г.Л. Система проектирования цифровых СБИС с языком VHDL на ПП ЭВМ. Разработка и использование ПЭВМ// Труды международного симпозиума INFO' 89. - Мн., 1989. - т.2, ч.1. – 6 с.
10. Муравьев Г.Л. Трансформация VHDL-проектов СБИС в модели на языке Си// Сборник трудов 10-й научно-технической конференции "Новые технологии в машиностроении и вычислительной технике". – Брест: Брест. политехн. ин-т, 1998.
11. Прихожий А.А., Муравьев Г.Л. и др. Система автоматизированного проектирования СБИС. Процедуры проектирования. Материалы по математическому обеспечению ЭВМ. - Мн., ИТК АН РБ, 1992. – 98 с.
12. Дудкин А.А., Головкин В.А., Муравьев Г.Л. и др. Алгоритмы и подсистемы автоматизированного логического проектирования цифровых СБИС. Материалы по математическому обеспечению ЭВМ. - Мн., ИТК АН РБ, 1994. – 120 с.

Материал поступил в редакцию 04.02.08

MURAVJEV G.L., SHUT V.N., MUCHOV S.V. Interpretation Automation of construction of imitating models on their processes to the descriptions

The approaches to reception of the executed texts of models on their processes to the descriptions are considered. The forms to processes of the descriptions focused on realization by means of the programming languages of a high level are resulted.

УДК 528.063

**Грищенко Е.В., Зуева Л.Ф., Синякина Н.В.**

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НАЗЕМНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАСЕЧЕК

**Введение.** Статья посвящена реализации на ПК методов оптимального проектирования линейной и угловой пространственных засечек. Основной целью является сравнение различных методов нелинейного программирования по трем основным критериям:

- область сходимости итераций;
- надежность решения при плохообусловленных системах нелинейных уравнений;
- точность локализации минимума целевой функции за наименьший промежуток времени.

Большая часть указанных характеристик известна из литературных источников [1, 2, 3]. Например, метод релаксации имеет радиус области сходимости  $6S_{ср}$ . Достигается минимум за большое количество приближений, но общее затрачиваемое время сопоставимо практически со

всеми известными методами нелинейного программирования. Так как вычисления на ПК осуществляются с большой скоростью, различия во времени вычислений в реальности незначительно.

Преимущества других методов нелинейного программирования снижаются из-за потребности в нахождении первых и вторых частных производных, точное вычисление которых проблематично.

В работе [2] впервые указан недостаток метода Коши, заключающийся в пилообразности траектории минимизации, в окрестности минимума плохообусловленной целевой функции.

Метод Якоби может дать деление на ноль при отсутствии ускорения в изменении целевой функции.

Метод Ньютона, как указано во многих литературных источниках, имеет самую небольшую область сходимости, равную  $0,3S_{ср}$ .

**Грищенко Евгений Викторович**, аспирант кафедры прикладной геодезии и фотограмметрии Полоцкого государственного университета (ПГУ).

Беларусь, ПГУ, 211440, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29.

**Зуева Людмила Федоровна**, доцент кафедры оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета (БрГТУ).

**Синякина Наталья Васильевна**, доцент кафедры оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии (БрГТУ).

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

что может привести к расходящемуся процессу итераций.

**Наземные пространственные засечки широко используются при решении ряда геодезических задач для создания основы при развитии пространственных геодезических сетей.** Например, хорошо известны пространственные сети, созданные при выверке подкрановых путей, при гидрометрических работах, при разбивке и исследовании деформации инженерных сооружений и вантовых конструкций и др.

В дальнейшем будем использовать следующие две целевые функции:

$$\Phi(x, y, z) = M = \sigma_0 \sqrt{m_x^2 + m_y^2 + m_z^2}, \quad (1)$$

$$\Phi(x, y, z) = \Psi = \text{cond}(Q) / C^3, \quad (2)$$

где  $(X, Y, Z)$  – координаты проектируемого определяемого пункта;

$M$  – априорная погрешность положения;

$\Psi$  – относительная обусловленность, вычисляемая по формуле, указанной в [4].

Рассмотрим минимизацию целевых функций (1) и (2) методом релаксации.

Прежде чем излагать метод релаксации, рассмотрим вопросы терминологии. Слово “релаксация” (ослабление) часто употребляется для определения класса итерационных алгоритмов при решении систем линейных уравнений. Этот класс методов характеризуется последовательным сведением к нулю наилучшего из остатков, соответствующего какому-либо линейному уравнению. Существует несколько методов релаксации: координатная, блочная, групповая и сверхрелаксация. Последнее определение применяется к такому релаксационному процессу, когда вместо полной ликвидации остатка в одном из уравнений осуществляется уменьшение абсолютного значения этого остатка.

В некоторых случаях под релаксацией понимают область искусства по решению систем линейных уравнений с привлечением различных вычислительных приемов.

В ряде работ по нелинейному программированию под релаксацией подразумеваются методы решения экстремальных задач, обеспечивающие максимизацию целевой функции.

В дальнейшем будем придерживаться следующего определения метода релаксации, имеющего наибольшее распространение при современном изложении нелинейного программирования: “метод, при котором следующая точка отличается от текущей значением только одной компоненты, называется релаксационным”. Данное определение наиболее удачно отражает характерные черты тех релаксационных методов, которые успешно применялись при решении систем линейных уравнений еще со времен Гаусса.

На рис. показана схема пространственной засечки. Она будет линейной, когда измеренными величинами служат четыре наклонных дальности, и угловой, когда на определяемый пункт измерены четыре вертикальных угла.

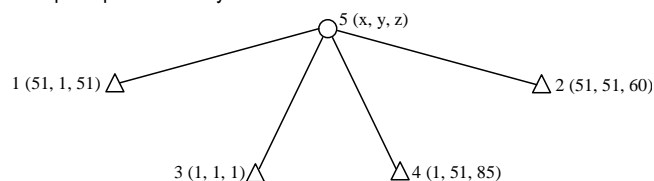


Рис. 1. Пространственная засечка

Результаты минимизации целевых функций (1) и (2) по методу релаксации даны в табл. 1 для линейной и угловой пространственных засечек. Расчеты выполнялись по программе OZVE при  $\sigma_s = 0,1 \text{ м}$ ,  $\sigma_v = 30,0''$ .

Приведем основные рабочие формулы для указанных выше методов нелинейного программирования:

- Метод Коши

$$\Delta x = -\frac{\partial \Phi}{\partial x} \lambda; \Delta y = -\frac{\partial \Phi}{\partial y} \lambda; \Delta z = -\frac{\partial \Phi}{\partial z} \lambda;$$

$$\lambda = \frac{\Phi(x_0, y_0, z_0)}{\sqrt{\left(\frac{\partial \Phi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial z}\right)^2}}; \quad (3)$$

- Метод Якоби

$$\Delta x = -\frac{\frac{\partial \Phi}{\partial x}}{\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2}}, \Delta y = -\frac{\frac{\partial \Phi}{\partial y}}{\frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2}}, \Delta z = -\frac{\frac{\partial \Phi}{\partial z}}{\frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2}}; \quad (4)$$

- Метод Ньютона

$$\begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y} & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial z} \\ & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y \partial z} \\ & & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\partial \Phi}{\partial x} \\ \frac{\partial \Phi}{\partial y} \\ \frac{\partial \Phi}{\partial z} \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Поскольку целевая функция  $\Phi$  имеет сложный вид и аналитическое ее дифференцирование невозможно, то применим следующие формулы численного дифференцирования:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial x} = \frac{1}{2\delta} (\Phi_{\delta,0,0} - \Phi_{-\delta,0,0});$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial y} = \frac{1}{2\delta} (\Phi_{0,\delta,0} - \Phi_{0,-\delta,0});$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial z} = \frac{1}{2\delta} (\Phi_{0,0,\delta} - \Phi_{0,0,-\delta});$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} = \frac{1}{\delta^2} (\Phi_{\delta,0,0} - 2\Phi_{0,0,0} + \Phi_{-\delta,0,0});$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} = \frac{1}{\delta^2} (\Phi_{0,\delta,0} - 2\Phi_{0,0,0} + \Phi_{0,-\delta,0});$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = \frac{1}{\delta^2} (\Phi_{0,0,\delta} - 2\Phi_{0,0,0} + \Phi_{0,0,-\delta});$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y} = \frac{1}{4\delta^2} (\Phi_{\delta,\delta,0} - \Phi_{\delta,-\delta,0} - \Phi_{-\delta,\delta,0} + \Phi_{-\delta,-\delta,0});$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial z} = \frac{1}{4\delta^2} (\Phi_{\delta,0,\delta} - \Phi_{\delta,0,-\delta} - \Phi_{-\delta,0,\delta} + \Phi_{-\delta,0,-\delta});$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial y \partial z} = \frac{1}{4\delta^2} (\Phi_{0,\delta,\delta} - \Phi_{0,\delta,-\delta} - \Phi_{0,-\delta,\delta} + \Phi_{0,-\delta,-\delta}).$$

В табл. 1 и табл. 2 приведены результаты вычислений по предложенным формулам.

**Заключение.** Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

- метод Коши обладает малым шагом минимизации, который выражается величинами  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  и  $\Delta z$ ,
- метод Якоби дал неудовлетворительное приближение при минимизации целевой функции (1) для линейной засечки;
- метод Ньютона дал отрицательный результат для целевой функции (1) для вертикальной пространственной засечки;

Таблица 1. Результаты проектирования линейной и угловой пространственных засечек методом релаксации

$j$	$x$	$y$	$z$	$\lambda$	$\Phi$	$x + \lambda$	$x - \lambda$	$y + \lambda$	$y - \lambda$	$z + \lambda$	$z - \lambda$
Минимизация функции (1) для линейной пространственной засечки											
1	25	25	95	5	0,1706	0,1708	0,1708	0,1712	0,1714	0,1777	0,1654
9	45	30	80	2	0,1566	0,1574	0,1563	0,1561	0,1574	0,1580	0,1557
14	47	34	76	1	0,1542	0,1545	0,1541	0,1540	0,1545	0,1545	0,1541
22	48	38	73	1	0,1531	0,1531	0,1534	0,1531	0,1533	0,1532	0,1533
Минимизация функции (2) для линейной пространственной засечки											
1	25	25	95	10	0,871	0,888	0,889	0,933	0,914	1,166	0,737
6	45	35	75	5	0,603	0,614	0,657	0,623	0,624	0,631	0,646
9	47	37	75	2	0,594	0,598	0,604	0,598	0,598	0,606	0,593
12	47	37	73	1	0,591	0,593	0,593	0,588	0,596	0,591	0,595
Минимизация функции (1) для пространственной засечки по четырем вертикальным углам											
1	25	25	95	10	0,0141	0,0136	0,0156	0,0133	0,0158	0,0146	0,0155
3	25	35	95	5	0,0133	0,0134	0,0143	0,0141	0,0141	0,0136	0,0166
6	30	35	100	2	0,0130	0,0131	0,0131	0,0130	0,0131	0,0131	0,0130
Минимизация функции (2) для пространственной засечки по четырем вертикальным углам											
1	30	35	100	5	0,948	0,908	1,138	1,078	0,895	0,823	1,188
7	35	30	115	2	0,705	0,735	0,700	0,704	0,709	0,707	0,707
10	33	32	115	1	0,698	0,698	0,702	0,698	0,698	0,697	0,699

Таблица 2. Результаты вычислений по градиентным методам нелинейного программирования

Обозначения	Линейная засечка		Вертикальная засечка	
	Функция (1)	Функция (2)	Функция (1)	Функция (2)
1	2	3	4	5
Начальные координаты определяемого пункта				
$x_0$	47,01	47,01	30,01	35,01
$y_0$	34,01	34,01	35,01	30,01
$z_0$	76,01	76,01	100,01	115,01
Частные производные первого и второго порядка				
$\frac{\partial \Phi}{\partial x}$	$1,7200 \cdot 10^{-4}$	0,0026	$-1,0000 \cdot 10^{-6}$	0,0084
$\frac{\partial \Phi}{\partial y}$	$-2,7650 \cdot 10^{-4}$	-0,0042	$-1,7500 \cdot 10^{-5}$	-0,0013
$\frac{\partial \Phi}{\partial z}$	$2,2900 \cdot 10^{-4}$	0,0035	$3,0500 \cdot 10^{-5}$	$1,700 \cdot 10^{-4}$
$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2}$	$2,0000 \cdot 10^{-4}$	0,0027	0	0,0061
$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2}$	$1,0000 \cdot 10^{-4}$	0,0013	$-1,0000 \cdot 10^{-4}$	$4,0000 \cdot 10^{-4}$
$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2}$	$2,0000 \cdot 10^{-4}$	0,0024	$-1,0000 \cdot 10^{-4}$	0,0010
$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y}$	$-7,5000 \cdot 10^{-5}$	$-9,7500 \cdot 10^{-4}$	$2,5000 \cdot 10^{-5}$	-0,0148
$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial z}$	$7,5000 \cdot 10^{-5}$	$7,5000 \cdot 10^{-4}$	$-2,5000 \cdot 10^{-5}$	$1,0000 \cdot 10^{-4}$
$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial y \partial z}$	$2,5000 \cdot 10^{-5}$	$7,0000 \cdot 10^{-4}$	$2,5000 \cdot 10^{-5}$	$-2,0000 \cdot 10^{-4}$
Метод Коши				
$\lambda$	387,4	99,90	370,2	82,96
$\Delta x$	-0,067	-0,260	0,0004	-0,696
$\Delta y$	0,107	0,420	0,0065	0,108
$\Delta z$	-0,089	-0,350	-0,0113	-0,014
$x$	46,943	46,750	30,0104	34,314
$y$	34,117	34,430	35,0165	30,118
$z$	75,923	75,66	99,999	114,996
$M$	0,15416	0,15401	0,0130242	0,01526
$\psi$	0,60392	0,60162	0,9479	0,7007

1	2	3	4	5
Метод Якоби				
$\Delta x$	- 1,72	- 0,96	0	- 1,377
$\Delta y$	+ 1,38	3,23	- 0,175	3,250
$\Delta z$	3,05	- 1,46	- 1,220	- 0,170
$x$	45,29	46,05	30,01	33,632
$y$	35,39	37,24	34,835	33,260
$z$	79,06	74,55	98,79	114,84
$M$	<b>0,1554</b>	0,1539	0,01300	0,01498
$\psi$	0,6220	0,5968	0,98888	0,6980
Метод Ньютона				
$\Delta x$	1,82	3,59	1,06	- 0,073
$\Delta y$	4,73	8,67	0,11	0,537
$\Delta z$	- 2,42	- 5,11	0,07	- 0,055
$x$	48,83	50,60	31,07	34,937
$y$	38,74	42,68	35,12	30,547
$z$	73,59	70,90	100,08	114,955
$M$	0,15311	0,1528	<b>0,01303</b>	0,01529
$\psi$	0,5887	0,5832	0,9249	0,7040

- самым надежным удобным и простым является метод релаксации, поскольку минимизация функции может осуществляться со сколь угодно малым шагом  $\lambda$ .

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Применение геодезических засечек, их обобщенные схемы и способы машинного решения / П. И. Баран, В. И. Мицкевич, Ю. В. Полищук [и др.]. – М.: Недра, 1986. – 166 с.

2. Химмельблау, Д. М. Прикладное нелинейное программирование / Д. М. Химмельблау; пер. с англ. – М.: Мир, 1975. – 534 с.
3. Вычислительная математика / В. А. Вергасов, И. Г. Журкин, М. В. Красикова [и др.]. – М.: Недра, 1976. – 230 с.
4. Грищенко, Е. В. Оптимизация качества построения геодезических сетей методами нелинейного программирования / Е.В. Грищенко, Л. А. Черкас // Вестник Полоцкого государственного университета. – Сер. Прикладные науки. – 2006. – № 9. – С. 117–120.

Материал поступил в редакцию 17.12.07

#### GRISCHENKOV E.V., ZUEVA L.F., SINIAKINA N.V. Application of methods of nonlinear programming at designing a ground spatial geodetic label

The methods allowing with the help PC to decide one of tasks of technical designing are considered. The optimum rules of items are defined, for which the borders of area of their arrangement are given, by maintenance of the minimal meanings of criterion functions. It results in the minimal meanings of functions of equal sizes with maximal weight at constant meanings of the standards of measurements.

By development of the specified method of the decision of tasks of optimum designing use elements of the theory of matrixes and some methods of nonlinear programming - relax, Koshi, Jakobi and Newton.

УДК 681.324

**Дрогин В.В.**

### ПРИМЕНЕНИЕ НА ЭТАПЕ КОМПИЛЯЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПРЕДМЕТ ОБНАРУЖЕНИЯ ОШИБОК

В свете большой стоимости ошибки в коде программного обеспечения, которая может быть причиной уязвимости в программном продукте, а также большой стоимости неавтоматизированного тестирования программного обеспечения, перспективным является внедрение в компилятор возможности обнаружения ошибок в программном обеспечении методом грубой силы (фаззинга). Концепция фаззинга (от англ. fuzzing) совсем недавно привлекла общественное внимание. В 2006 году было обнаружено большое количество ошибок в популярном программном обеспечении, включая и широко распространённый браузер Internet Explorer. Большая часть этих ошибок была обнаружена методом фаззинга. Эффективное применение технологии фаззинга дало толчок к появлению большого количества утилит и техник, появлению первых книг по данной тематике [1]. Большая стоимость и трудоёмкость тестирования программного обеспечения на предмет нахождения в нём уязвимостей, а также заметная эффективность фаззинга ставит законный вопрос о вне-

рении возможности фаззинга в компилятор.

Безусловно, не все ошибки в программном коде требуют такого подхода. Например, ошибки форматирования строки могут быть определены, используя лишь шаблон. К сожалению, не все уязвимости могут быть описаны так же просто, как ошибки форматирования строки. Определение переполнения буфера, целочисленного переполнения, индексирования массивов или проблем с арифметикой указателей требуют более сложного анализа, чем использование шаблона или приведение типов [2]. Такие уязвимости проявляются в программе, когда некая переменная выходит за некоторый безопасный диапазон. Например, вызов функции strcpy() является уязвимым, когда размер строки источника превосходит размер строки получателя. Определение условий, при которых это может происходить, без исполнения программы является сложной задачей. В любой нетривиальной программе существуют зависимости между данными, которыми манипулирует код, что ещё более усложняет зада-

**Дрогин Владислав Валерьевич**, аспирант кафедры безопасности информационных технологий Таганрогского технологического института Южного федерального университета.

Россия, ТТИ ЮФУ, 347928, г. Таганрог, ул. Чехова, 2.

Физика, математика, информатика