



-

: 05.13.01 – "

,

"

-

– 2015

" -)".

:

,

,

-

-

(

)

:

,

,

-

"

-

-

"

..

,

,

-

-

,

-

..

"29" 2015 . 11:00

002.199.01

"

-

" (

)

:

199178,

-

, 14-

.

.., 39.

: (812)-328-44-50

: (812)-328-34-11.

"

-

".

<http://www.spiiras.nw.ru/dissovet/>

" " _____ 2015 .

002.199.01



..

CC

() .

CC

(GraphMaker, (Risk Spectrum, Windchill, Cris,
2, RastrWin, 3 .)

() () () ,

() -
() ()

" : " "

(, ,)

1

2

3

4

)

(

()

1

2

3

1

2

3

1

2

-

1

" " (, 1.0), "

" //
2003611101. ∴ , 2003. 1 . //

222 21 2007 . 6 . () , -

" " . 2 -

(2001, . . .) //
2003611099 [16]. ∴ , 12 2003. -

3 -

(& , . . .) //
2003611100 [17]. - ∴ , 12 2003. -

4 -

2001, (2001 , . . .) [18] //
[10]. -

1 " - ∴

2 XIII " - , -

" " , . . . 5-8 2010 . -

3 " " " -

4 " " , . . . 12-13 2010 . -

5 XVI " (- 2011), . . . 2011 . -

" " , -

6 " " , . . . 3-6 2013 . -

" - -

2013, 2013", . . . 3-4 2013 . -

7 " " (-2014) -

7-9 2014 . (-2014), . . . -

8 " " -

9 XIII " (- 2014), . . . 2014 . -

" , 3 2015 . -

∴ [10, 15] [1-9, 11, 12, 13, 14]. -

[1-7]. ∴

[1,3,7,10] ∴

[17]; [2,4,12,14] " " ; [8,9] -

; [5,6,11,13,15] -

" " " 2001", ; [15]

35 , 22 9 153 , , 68

1

1 -

Risk Spectrum SAPHIRE-7 Windchill FTA RISK,CRISS-4.0	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Windchill RBD	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
2001	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
GraphMaker, ProjectManager 2,	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	±
RastrWin, 3	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-
	+	+	+	+	±	±	+	+	+	+	±	+	+	+

1

2

3

4

5

6

($r \in \langle X, R \rangle$, $X -$, $R \subseteq X^2 -$, $X \cap X_> \cup X_< \cup X^V$, $X_> \cap \{x_>^k, k \in I, \dots, K\} -$ ($X_< \cap \{x_<^l, l \in I, \dots, L\} -$ ($X^V \cap \{x_j, j \in I, \dots, N\} -$ ($f : r \in R^I$, R).

$S \cap \{S_j(\langle x_>^k, x_<^l \rangle)\}, k=1, \dots, K; l=1, \dots, L; j=1, \dots, S_{kl} - X_-, X_+$

$$\dagger_j(S_j(\langle x_>^k, x_<^l \rangle)) \cap \underset{\langle x_>, x_< \rangle \in S_j(\langle x_>^k, x_<^l \rangle)}{\ddot{y}} f(\langle x_>, x_< \rangle) \uparrow T$$

$S_{j0}(\langle x_>^{k0}, x_<^{l0} \rangle) \in \underset{S}{\text{Argmin}} \dagger_j(S_j(\langle x_>^k, x_<^l \rangle)) \quad S_{j1}(\langle x_>^{k1}, x_<^{l1} \rangle) \in \underset{S}{\text{Argmax}} \dagger_j(S_j(\langle x_>^k, x_<^l \rangle))$

$$\langle x_m, x_n \rangle \quad \langle m, n \rangle \quad r_{mn} \cap f(\langle x_m, x_n \rangle)$$

$$\dagger_j(S_j(\langle x_>^k, x_<^l \rangle)) \cap \underset{\langle x_m, x_n \rangle \in S_j(\langle x_>^k, x_<^l \rangle)}{\ddot{y}} f(\langle x_m, x_n \rangle) \cap \underset{\langle m, n \rangle \in S_j(\langle k, l \rangle)}{\ddot{y}} r_{mn}$$

$p_{mn} \cap P(\langle x_m, x_n \rangle)$

$$S \in \{S_j | S_j(\langle x^k, x^l \rangle) \in \underset{S}{\text{Argmax}} P(S_j(\langle x^k, x^l \rangle))\}$$

$$S \in \{S_j | P(S_j(\langle x^k, x^l \rangle)) \geq P_j\}, \quad P_j = 1,$$

USD

1

2

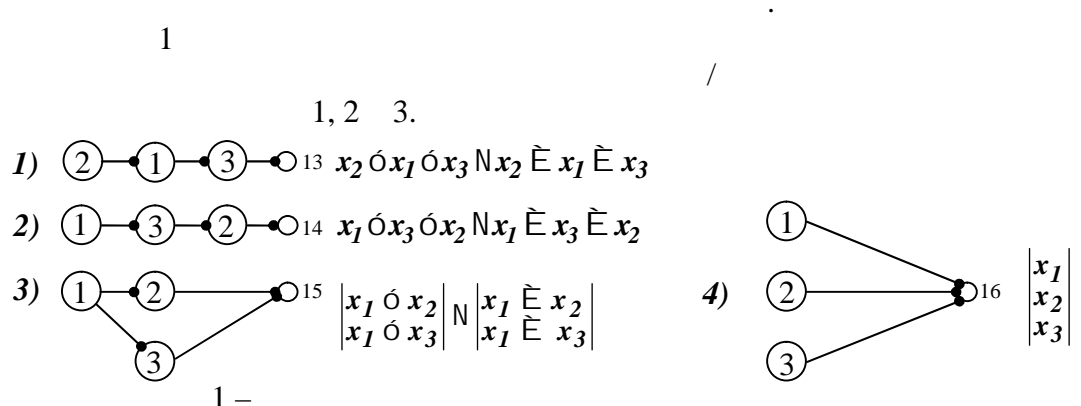
3

()

:

,

(/)



$$y_{13} \quad N \quad y_{14} \quad N \quad y_{15} \quad N \quad y_{16} \quad N \quad x_1 \acute{o} x_2 \acute{o} x_3,$$

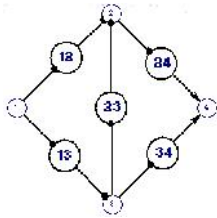
$$i \rightarrow j, \quad (i \rightarrow j),$$

$$x_i \circ x_j \wedge x_i \in x_j;$$

$$\left| \begin{matrix} x_i \\ x_j \end{matrix} \right|.$$

1.

2



- 1) $y_1 \wedge true$
- 2) $y_2 \wedge y_{12} \circ y_{23}$
- 3) $y_3 \wedge y_{13}$
- 4) $y_4 \wedge y_{24} \circ y_{34}$
- 5) $y_{12} \wedge x_{12} \circ y_1$
- 6) $y_{13} \wedge x_{13} \circ y_1$
- 7) $y_{23} \wedge x_{23} \circ y_3$
- 8) $y_{24} \wedge x_{24} \circ y_2$
- 9) $y_{34} \wedge x_{34} \circ y_3$

$$Yc \wedge y_4$$

2-

3

2,

y_4 .

3

$$Yc \wedge \left| \begin{matrix} x_{13} \circ x_{23} \circ x_{24} \\ x_{12} \circ x_{24} \end{matrix} \right| \circ x_{13} \circ x_{34} \wedge \left| \begin{matrix} x_{13} \in x_{23} \in x_{24} \\ x_{12} \in x_{24} \end{matrix} \right| \circ x_{13} \in x_{34} \quad (1)$$

$$Yk \wedge x_{24} \circ x_{23} \circ x_{13} \circ x_{12} \circ x_{34} \circ x_{13} \quad (2)$$

$Yc (1)$

(. 1)

$Yk (2)$

Номер шага	Столбец 1						Столбец 2			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номер этапа СГМ	1	2	3,4	5,2,3,4,5, 2,3,4,5	2,3,4,5, 2,3,4,5	2, 6	2, 3, 4, 5, 2, 6, 7	8	5, 2, 3, 4, 5, 2, 3, 4, 5 2, 3, 4, 5	2, 6, 7, 8, 1, 9
ЛКФ: $V_c = Y_4$	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
			$y_{24} \vee y_{34}$	$x_{24} \vee y_{34}$	$x_{24} \vee y_{34}$	$x_{24} \vee y_{34}$	$x_{24} \vee y_{34}$	y_{34}	x_{34}	x_{34}
			x_2	x_2	x_2	x_2	x_2	x_3	x_3	x_3
			$x_{12} \vee x_{23}$	$x_{12} \vee x_{23}$	$x_{12} \vee x_{23}$	$x_{12} \vee x_{23}$	$x_{12} \vee x_{23}$	x_{13}	x_{13}	x_{13}
			x_3	x_3	x_3	x_3	x_3	x_1	x_1	x_1
			x_{13}	x_{13}	x_{13}	x_{13}	x_{13}	x_{13}	x_{13}	x_{13}
			x_1	x_1	x_1	x_1	x_1	x_1	x_1	x_1
										$x_{13} \rightarrow x_{34}$
										$x_{13} \rightarrow x_{23}$
										$x_{13} \rightarrow x_{23} \rightarrow x_{24}$
										$x_{12} \rightarrow 24$
Y_c			Сетевые конъюнкции				$x_{13} \rightarrow x_{23} \rightarrow x_{24}$ $x_{12} \rightarrow 24$			$x_{13} \rightarrow x_{34}$
Y_k			Комбинаторные конъюнкции				$x_{24} \wedge x_{23} \wedge x_{13} \wedge x_{12}$			$x_{34} \wedge x_{13}$

3 -

I

1
2

3

$T_k -$ $Y_C;$ $1 -$ L_k ()

$T -$ $Y_C;$

$R_k -$ $k -$

$2 -$

$t - (i) -$ $i -$;

$t - (i) -$ $i -$;

$t - (i) -$ $i -$;

$t - (i) -$ $i -$;

$R (i) -$ $i -$;

$R_C(i) -$ () $i -$;

(4.) (4.).

3 -

j	$\&j(x''i)$	W_j	j	$\&j(x''i)$	W_j
1	2	3	4	5	6
1	$x''_{13} \wedge x''_{12} \wedge x''_{15}$	900	10	$x''_{57} \wedge x''_{26} \wedge x''_{24} \wedge x''_{13}$	850
2	$x''_{36} \wedge x''_{12} \wedge x''_{15}$	850	11	$x''_{36} \vee x''_{57} \vee x''_{26} \vee x''_{24}$	800
3	$x''_{67} \wedge x''_{26} \wedge x''_{12} \wedge x''_{15}$	1050	12	$x''_{67} \vee x''_{57} \vee x''_{24}$	800
4	$x''_{57} \wedge x''_{25} \wedge x''_{13} \wedge x''_{12}$	1400	13	$x''_{47} \wedge x''_{26} \wedge x''_{25} \wedge x''_{13} \wedge x''_{15}$	1000
5	$x''_{36} \wedge x''_{57} \wedge x''_{25} \wedge x''_{12}$	1350	14	$x''_{36} \wedge x''_{47} \wedge x''_{26} \wedge x''_{25} \wedge x''_{15}$	950
6	$x''_{67} \wedge x''_{57} \wedge x''_{26} \wedge x''_{25} \wedge x''_{12}$	1550	15	$x''_{67} \wedge x''_{47} \wedge x''_{25} \wedge x''_{15}$	950
7	$x''_{26} \wedge x''_{25} \wedge x''_{24} \wedge x''_{13} \wedge x''_{15}$	950	16	$x''_{57} \wedge x''_{47} \wedge x''_{26} \wedge x''_{13}$	900
8	$x''_{36} \wedge x''_{26} \wedge x''_{25} \wedge x''_{24} \wedge x''_{15}$	900	17	$x''_{36} \wedge x''_{57} \wedge x''_{47} \wedge x''_{26}$	850
9	$x''_{67} \wedge x''_{25} \wedge x''_{24} \wedge x''_{15}$	900	18	$x''_{67} \wedge x''_{57} \wedge x''_{47}$	850

(5), 3, (j = 11 12), , -

$$W_{max} = W_{11} = W_{12} = 800 \quad (6)$$

(6) , , -

4, , -

800 . -

2 -

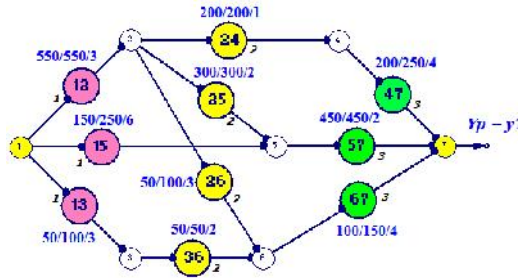
:

1) , -

, -

5

6.



6 -

2) :

- $wn_i -$ () ;

- $w_i -$ () ;

- $s_i -$ (, . . .) .

6 , , -

$w_i -$ / $wn_i -$ / $s_i -$:

3) () -

() -

$$(7) \quad Lk \in Yc$$

, , -

, 6. -

$$\begin{array}{llll}
 L_1 \ N \ x_{12} \ \bar{E} \ x_{24} \ \bar{E} \ x_{47} & W_{r_1} \ N \ 200 / W_{n_1} \ N \ 200 \ (R_{-}W_1 \ N \ 0) & S_1 \ N \ 8 \\
 L_2 \ N \ x_{12} \ \bar{E} \ x_{25} \ \bar{E} \ x_{57} & W_{r_2} \ N \ 300 / W_{n_2} \ N \ 300 \ (R_{-}W_2 \ N \ 0) & S_2 \ N \ 7 \\
 L_3 \ N \ x_{15} \ \bar{E} \ x_{57} & W_{r_3} \ N \ 150 / W_{n_3} \ N \ 250 \ (R_{-}W_3 \ N \ 100) & S_3 \ N \ 8 \\
 L_4 \ N \ x_{13} \ \bar{E} \ x_{36} \ \bar{E} \ x_{67} & W_{r_4} \ N \ 50 / W_{n_4} \ N \ 50 \ (R_{-}W_4 \ N \ 0) & S_4 \ N \ 9 \\
 L_5 \ N \ x_{12} \ \bar{E} \ x_{26} \ \bar{E} \ x_{67} & W_{r_5} \ N \ 50 / W_{n_5} \ N \ 100 \ (R_{-}W_5 \ N \ 50) & S_5 \ N \ 10
 \end{array} \tag{7}$$

4) , $L_k \in Y_c$ -
:

$$W_{r_k} \ N \ \min(w_i), i \in L_k, k \ N \ 1, 2, \dots, K ; \tag{8}$$

$$W_{n_k} \ N \ \min(w_{n_i}), i \in L_k, k \ N \ 1, 2, \dots, K ; \tag{9}$$

$$R_{-}W_k \ N \ W_{n_k} > W_{r_k}, k \ N \ 1, 2, \dots, K ; \tag{10}$$

$$S_k \ N \ \sum_{i \in L_k} s_i, k \ N \ 1, 2, \dots, K . \tag{11}$$

(7) (8)-(11) -

(. 6).

5) $L_k \in Y_c$

$$W_{-}x_i \ N \ \sum_{K / x_i \in L_k} W_{r_k}, i \ N \ 1, 2, \dots, H , \tag{12}$$

$$R_{-}x_i \ N \ w_{n_i} > w_i, i \ N \ 1, 2, \dots, H ; \tag{13}$$

$$SW_r \ N \ \sum_{k \ N \ 1}^K W_{r_k} ; \tag{14}$$

$$R_{-}SW \ N \ \sum_{k \ N \ 1}^K W_{n_k} > SW_r . \tag{15}$$

(12)-(15),

$$\begin{array}{llll}
 x_{36} : w_i \ N \ 50; & R_{-}x_i \ N \ 0; & x_{25} : w_i \ N \ 300; & R_{-}x_i \ N \ 0; \\
 x_{67} : w_i \ N \ 100; & R_{-}x_i \ N \ 50; & x_{24} : w_i \ N \ 200; & R_{-}x_i \ N \ 0; \\
 x_{57} : w_i \ N \ 450; & R_{-}x_i \ N \ 0; & x_{13} : w_i \ N \ 50; & R_{-}x_i \ N \ 50; \\
 x_{47} : w_i \ N \ 200; & R_{-}x_i \ N \ 50; & x_{12} : w_i \ N \ 550; & R_{-}x_i \ N \ 0; \\
 x_{26} : w_i \ N \ 50; & R_{-}x_i \ N \ 50; & x_{15} : w_i \ N \ 150; & R_{-}x_i \ N \ 100;
 \end{array} \tag{16}$$

$$\begin{array}{l}
 SW_r \ N \ 750; \\
 R_{-}SW \ N \ 150.
 \end{array}$$

III

(x_1, \dots, x_N) is a vector in \mathbb{R}^N .
 (y_1, \dots, y_N) is a vector in \mathbb{R}^N .
 $G(X, Y)$ is a function of X and Y .
 $f(y_j, j \in \{2, 3, \dots, N\})$ is a function of y_j for $j \in \{2, 3, \dots, N\}$.
 $f(y_j, j \in \{1, 3, \dots, N\})$ is a function of y_j for $j \in \{1, 3, \dots, N\}$.
 $f(y_j, j \in \{1, 2, \dots, j > 1, j < 1, \dots, N\})$ is a function of y_j for $j \in \{1, 2, \dots, j > 1, j < 1, \dots, N\}$.
 $f(y_j, j \in \{1, 2, \dots, N > 1\})$ is a function of y_j for $j \in \{1, 2, \dots, N > 1\}$.

$$G(X, Y) \varnothing \begin{matrix} y_1 \in \mathbb{R} \text{ ó } f(y_j, j \in \{2, 3, \dots, N\}) \\ y_2 \in \mathbb{R} \text{ ó } f(y_j, j \in \{1, 3, \dots, N\}) \\ \dots \\ y_i \in \mathbb{R} \text{ ó } f(y_j, j \in \{1, 2, \dots, j > 1, j < 1, \dots, N\}) \\ \dots \\ y_N \in \mathbb{R} \text{ ó } f(y_j, j \in \{1, 2, \dots, N > 1\}) \end{matrix} \quad (17)$$

$x_i, i \in \text{nst}$,
 $x_j, j \in \text{nst}$.
 $i, i = 1, 2, \dots, N$,
 $i = 0$.

$$G(X, Y) \varnothing \begin{matrix} y_1 \in \mathbb{I} / \mathbb{O} \\ y_2 \in \mathbb{I} / \mathbb{O} \\ \dots \\ y_i \in \mathbb{I} / \mathbb{O} \\ \dots \\ y_N \in \mathbb{I} / \mathbb{O} \end{matrix} \quad (18)$$

nst
 $i = I$ (true)

Windows-
 Borland Delphi Professional, Version 7.0;
 2001" [16].

7

Кнопка включения сеанса моделирования и расчетов Строка главного меню Панель инструментов

Окно ввода комбинаторных и сетевых СФЦ

СФЦ Рис.3.5 пример электрической ПЭС

Рисунок 3.5. Пример СФЦ электрической потоковой сети

ПОТОКОВАЯ СЕТЬ № 1
 Состав и характеристики отдельных путей:
 x12->x24->x47 : Wk=200/Wk=200 (R_Wk=0) Sk=8
 x12->x25->x57 : Wk=300/Wk=300 (R_Wk=0) Sk=7
 x15->x57 : Wk=150/Wk=250 (R_Wk=100) Sk=8
 x13->x16->x67 : Wk=50 / Wk=50 (R_Wk=0) Sk=9
 x12->x26->x67 : Wk=50 / Wk=100 (R_Wk=50) Sk=10

Показатели отдельных элементов:
 x36: spi=2; wpi=50; wi=50; R_xi=wpi-wi=0; Si=2;
 x67: spi=3; wpi=150; wi=100; R_xi=wpi-wi=50; Si=4;
 x57: spi=1; wpi=450; wi=450; R_xi=wpi-wi=0; Si=2;
 x47: spi=1; wpi=250; wi=200; R_xi=wpi-wi=50; Si=4;
 x26: spi=2; wpi=100; wi=50; R_xi=wpi-wi=50; Si=3;
 x25: spi=2; wpi=300; wi=300; R_xi=wpi-wi=0; Si=2;
 x24: spi=2; wpi=200; wi=200; R_xi=wpi-wi=0; Si=1;
 x13: spi=1; wpi=100; wi=50; R_xi=wpi-wi=50; Si=3;
 x12: spi=1; wpi=550; wi=550; R_xi=wpi-wi=0; Si=3;
 x15: spi=1; wpi=250; wi=150; R_xi=wpi-wi=100; Si=6;

Суммарные потоки сети:
 SW=750; R_SW=150.

Рабочее поле графического ввода СФЦ Запись результатов моделирования и расчетов

№ 829 У: 226 Рабочая папка: D:\MINE\диск\Диссертация ГИА_2015\У\ST\2015 год\СФЦ автореферат\

7 -

"Harel.dat".

Файл | harel.dat

Номер вершины	Вероятность отключения	Средняя рабочая до отказа	Средняя восстановительная	Приоритет вмешательства	Сод. заявки	Время работы	Кратность заявки	Параметр RES	Параметр M T1	Параметр G P	Параметр X P	Описание оборудования, видной единицы элемента
5	0.97	С	-1	0	1	0	1	1	100	6	250	Генерация 2
2	0.967	С	-1	0	1	0	1	1	500	3	550	Генерация 1
3	0.987	С	-1	0	1	0	1	1	50	3	100	Генерация 3
24	0.997	Г	-1	0	1	1	2	200	1	200	Линия передачи 1	
25	0.997	Г	-1	0	1	1	2	300	2	300	Линия передачи 2	
26	0.997	Г	-1	0	1	1	2	50	3	100	Линия передачи 3	
47	0.957	С	-1	0	1	0	1	3	250	4	250	Потребитель 1
57	0.947	С	-1	0	1	0	1	3	450	2	450	Потребитель 2
67	0.987	Л	-1	0	1	1	3	150	1	150	Потребитель 3	
36	0.97	Л	-1	0	1	1	2	50	2	50	Линия передачи 4	

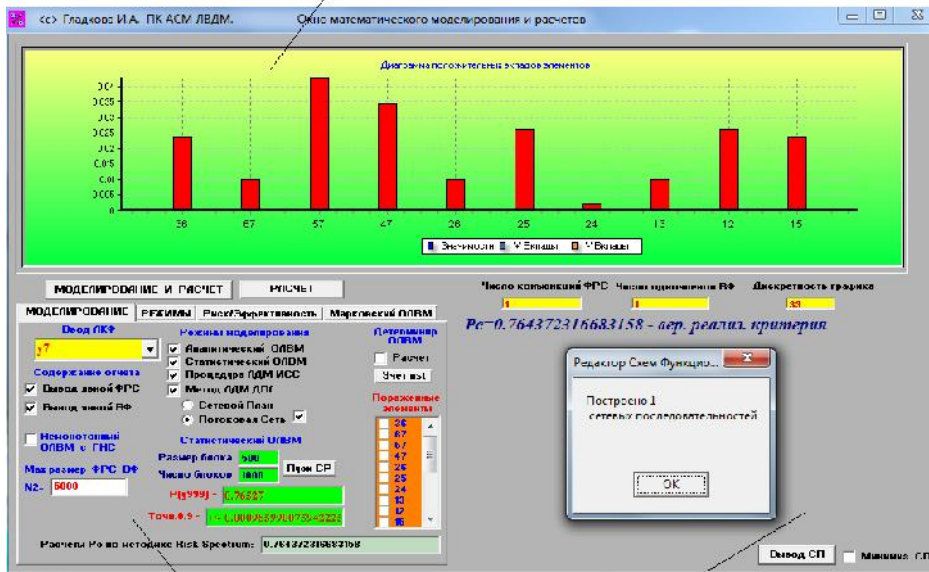
УФЦ Записать wi = 0.5

8 -

8),



Окно вывода диаграммы значимостей и вкладов элементов



Панель управления режимами моделирования и расчетов

Панель вывода результатов

9 –

1

);

2

;

;

(, ,) ,

2013 (ISBN 978-5-902241-22-5). :
, 2013. . 50–54.

13 -

" //
" (-2014). – . : " "

14 -

" , 2014, . 221–227. " : "

15 " (-2014). . : , 2014, . 223–228. -

688 . : Palmarium Academic Publishing, 2015.

16 - -

(2001) :
2003611099 ; . 14.03.03 ; . 12.05.03. 2003610570 ;

17 -

(&) : 2003611100 ;
. 14.03.03 ; . 12.05.03. - 2003610571 ;

18 -

2001 (" 2001 ") [: -
[10] / 1 CD-ROM.