



“ ”

”

”

”

- 0 5 . 0 2 . 2 2

(

)

"

"

"

0 "

,

,

.

-

.

,

-

,

,

.

,

.

,

,

:

,

,

(

)

.

,

,

,

,

,

,

-

()

.

,

,

-

,

,

,

-

.

,

,

.

.

,

,

,

,

,

.

"

.

"

"

.

"

,

,

"

.

,

,

,

:

1)

,

,

;

2)

,

,

;

3)

;

4)

;

5)

6) ;

7)

8)

9)

"

0

.

,

,

,

,

-

"

"

"

,

,

-

"

.

,

:

1.

,

,

,

,

2 .

.
,
,
,
.

3 .

.
.
,

4 .

, -
.
,

5 .

.
.
,
,
,

6.

.

,

7 .

.

-

,

.

,

,

.

"

"

"

,

:

-

-

, -

;

-

-

;

-

-

- ,
-
- ,
-

" ,

" " "

,
,

1 .

« 2011 – 2013 » « 36 06..09
28 28..08 . 2012

2. « – 2020 (» 2120615

29.07.2015 ..)

3. U-
007 «

(»
)

4 . « »
« »

5 . «
« . . .

6 . « » «

C a l s

T e a

«

ProCast, ANSYS, MDArmsPackage, MDNastrabStructuresPackage,

9 . 2 0 1 0 (» . 2 1 8)
7.

» (0 0 9) . 6
8 . -

» .
9 .

« »
, . »
10.

- (0 7 6 «) .
11.

« » «
7 . 0 4 . 0 5 «
» «
»

0 1 4 2

« « 2-20132
» .
" " "

, :
1) -
,

;
2) ,
,

3) - ;

4) ; ,

5) - ; ,

6) ; ,

7) ;

· 4 «

7« » , -

11

« » ()

·"

III : IV

« - 2 0 0 6 » «

- 2 0 0 8 III,

« - 2 0 0 8 » ,
 « » (, 2 0 0
 (, 2 0 1 1) , -
 « II -
 «
 , 2
 II -
 (XVII , 2 0 1 5) ,
 « : → 2017 (, , 2 0 1
 -
 «
 , - 2 0 1 8 (» , , XVIII 0 1 8)
 « : , — 2018
 (, 2 0 1 8) , I I I - «
 (, 2 0 1 8) (, 2
 - 2 0 1 8 («
 2018), I - «

The 33rd IBIMA conference will be held in Granada, Spain, 2019.

0 2
 0 ; 3 : 26 ,
 (, S4C O P U S , W o S) 8
 , 2 -
 " " ,
 , ,
 , ,
 , - ,
 ,
 ,
 " " " .
 , 5 3 3 . 6 , 1 5 65 3

“

”

”

,

,

,

,

.

” 1 ë

»

-

,

«

» ,

.

,

.

.

,

,

,

.

,

.

,
2)

- ;

1)

,

, :

,

,

.

(,)

(

(,) .)

, - , .

.

« »

,

,

,

,

.

-

:

.

,

.

,

,

,

"

«

"

4

-

,

.

"

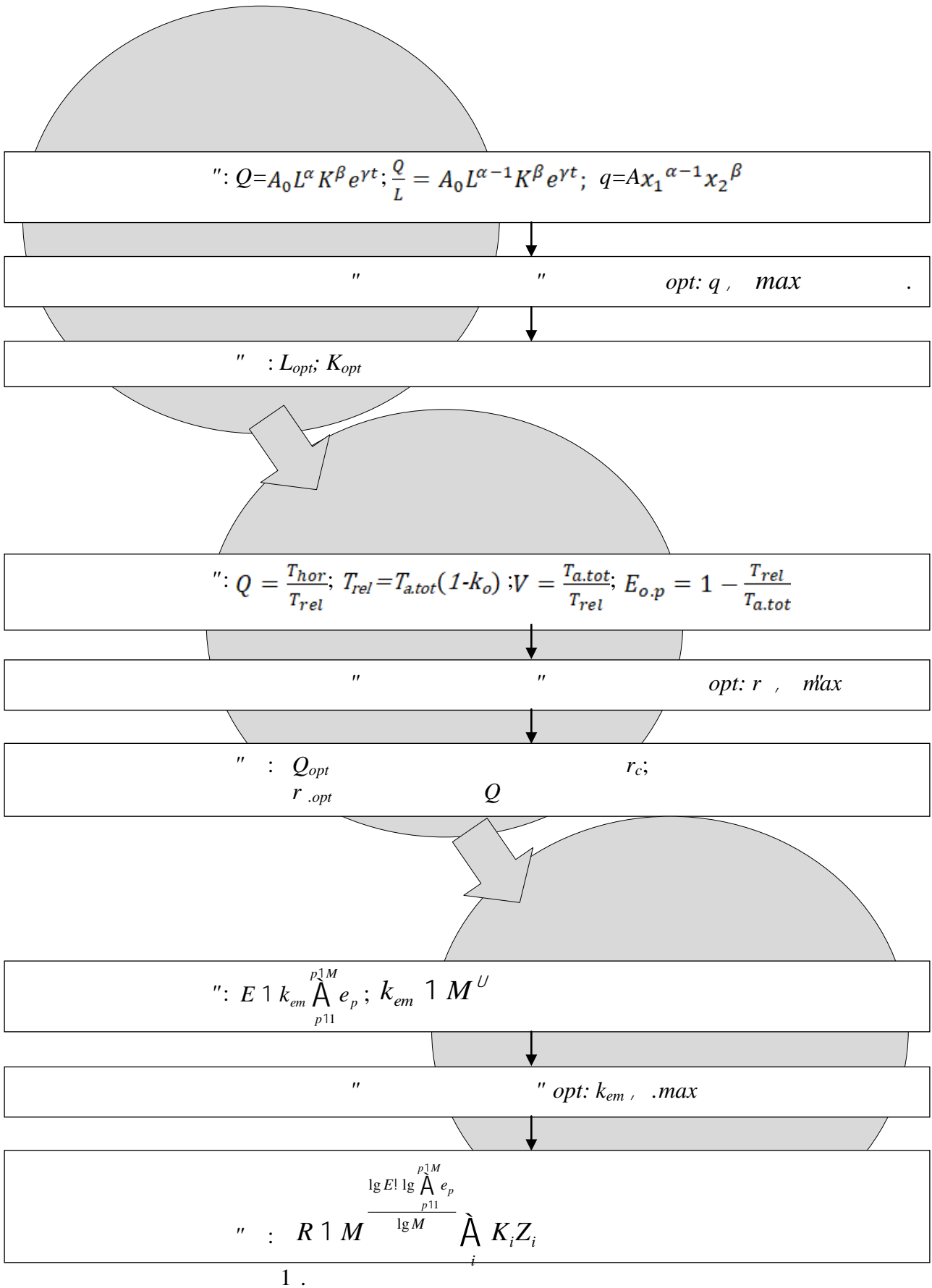
,

(. . . 1)

$$Q = A_0 L^U K^V e^{t_i}, \quad (1)$$

$L = K -$
 $A_0 -$

$t -$
 $e^{t_i} -$



1.

Už V'1 .

Už V2

$U \checkmark V \mathbf{0}$

$U \checkmark V \mathbf{1}$,

$$L \quad K, \tag{1}$$

$$q_L \geq \frac{Q}{L} \quad 1A_0 L^{U1} K^V e^{t'}, \tag{2}$$

$$q_K \geq \frac{Q}{K} \quad 1A_0 L^U K^{V1} e^{t'}, \tag{3}$$

$q_L -$
 $q_K -$

(6 2)

L

K

$$A \geq A_0 e^{t'}, \quad x_1 \geq L, \quad x_2 \geq K. \tag{4}$$

(2)

$$q_L \geq A x_1^{U1} x_2^V. \tag{5}$$

$x_1 \quad x_2$,

$k_1, \quad k_2 \quad c$

$$4) \quad (\quad : \quad q_L \geq A x_1^{U1} x_2^V, \quad \max \tag{6}$$

$$: \quad k_1 x_1 \checkmark k_2 x_2 \leq c. \tag{7}$$

$$(7) \quad (6) \quad : \quad @f|x_1, x_2, \quad \checkmark \geq 1A x_1^{U1} x_2^V \quad ! \quad | \quad k_1 \quad \checkmark k_2 \quad c \leq \tag{8}$$

$$\begin{aligned} & \text{Cf} \quad | \quad 1 \checkmark A x_1^{U1} x_2^V \quad ! \quad \cdot \quad k \quad \mathbf{0} \\ & \text{V} \quad A x_1^{U1} x_2^V \quad ! \quad \cdot \quad k \quad \mathbf{10} \quad . \\ & k_1 x_1 \checkmark k_2 x_2 \leq c \end{aligned} \tag{9}$$

$$x_2 \geq \frac{V k_1}{f|V| \quad 1 \checkmark k_2} x_1. \tag{10}$$

x_2

:

$$x_{1L}^* \geq \frac{U \checkmark 1}{U \checkmark V \mathbf{1}} \cdot \frac{c}{k}, \tag{11}$$

$$x_{2L}^* \geq \frac{V}{U \checkmark V \mathbf{1}} \cdot \frac{c}{k}, \tag{12}$$

" " , (5-17): (1

$$Q \approx \frac{T_{hor}}{T_{rel}}, \tag{15}$$

$$T_{rel} \approx T_{a.tot} \cdot f(k_o). \tag{16}$$

$$r_c \approx f(k_o). \tag{17}$$

T_{hor} - ()

T_{rel} - ,

$T_{a.tot}$ - , - / ;

k_o - , /

r_c - ()- ;

" " "

V - -

, - / .

$$V \approx \frac{T_{a.tot}}{T_{rel}}. \tag{18}$$

- " "

$$E_{o.p} \approx \frac{\Delta T_{rel}}{\Delta T_{a.tot}} \cdot 100, \tag{19}$$

$E_{o.p}$ - , %.

5) (1 :

$$T_{rel} \approx \frac{T_{hor}}{Q}. \tag{20}$$

16) , (:

$$\frac{T_{hor}}{Q} \approx T_{a.tot} \cdot f(k_o). \tag{21}$$

) , .
 k_o .

$$k_o \approx \frac{T_{hor}}{QT_{a.tot}}. \tag{22}$$

k_o :

$$Q \approx \frac{T_{hor}}{T_{a.tot} \cdot f(k_o)}. \tag{23}$$

"

$$R \ 1 \ M \ \frac{\lg E! \lg \overset{p!M}{\Delta} e_p}{\lg M} \overset{p!M}{\Delta} K_i Z_i, \quad (24)$$

$$M - \frac{R - p_j}{P \ 1 \ \{p_j : j \ 1 \ 1, \overline{M}\}}, \quad (25)$$

$$E - \left(\overset{p!M}{\Delta} k_{em} e_p \right) \quad (26)$$

$$k_{em} - \left(\dots \right) \quad (27)$$

$$N_{ij} - \left(\dots \right) \quad (28)$$

$$R \ 1 \ k_{em} \overset{p!M}{\Delta} K_i Z_i, \quad (29)$$

$$K_i - \dots$$

$$Z_i - \dots$$

$$k_{ij} - \dots$$

$$z_{ij} - \dots$$

Q_{max}	$L_{opt}; K_{opt}$	$Q = A_0 L^U K^V e^{-t}$ $L_{opt} = \frac{U}{U+V} \frac{c}{k_1} \quad (30)$ $K_{opt} = \frac{V}{U+V} \frac{c}{k_2} \quad (31)$	$k_{em} = 3 -$ $1 -$: $e^{lt} = k_{em} M^L$
$E_{o.p}$	$T_{a.tot}$ T_{rel}	$T_{rel} = T_{a.tot} f(k_0)$	$Q_{max} = 1 -$ $2 -$: $k_0 = 11 \left(\frac{T_{hor}}{QT_{a.tot}} \right)$ $k_{opt} = 11 \left(\frac{T_{hor}}{Q_{max} T_{a.tot}} \right) \quad (32)$ $8k_0 = 11 \left(\frac{k_o}{k_{opt}} \right) 100 \quad (33)$
R	$\hat{A}_{i,j} k_{ij} z_{ij}, \max$	$E = k_{em} \hat{A}_{p11} e_p$ $k_{em} = E (\hat{A}_{p11} e_p)^{-1} \quad (34)$ $M^U = \frac{E}{\hat{A}_{p11}} \quad (35)$ $\lg E = \lg \hat{A}_{p11} e_p$ $U = \frac{\lg M}{\lg \hat{A}_{p11}} \quad (36)$ $R = M^U \hat{A}_{i,i} K_i Z_i \quad (37)$	$2 -$ $3 -$ $3 -$ $1 -$ $k_{em},$ e^{lt}

1

$8k_o < 0 -$

$8k_o = 0 - ;$

$8k_o > 0 -$

$$\begin{aligned}
 & D_L \\
 & \vdots \\
 & ; \\
 & \lim_{x \rightarrow 1} f(x) \approx D_L. \quad (38)
 \end{aligned}$$

(D_L).

$$\begin{aligned}
 & \vdots \\
 & D_L \approx N_1 \cdot D_{L1} \approx N_2 \cdot D_{L2} \approx N_3 \cdot D_{L3}. \quad (39) \\
 & D_{L1} (\quad), D_{L2} (\quad), D_{L3} (\quad) \\
 & N_1, N_2, N_3.
 \end{aligned}$$

15% .

D_L

0,05

0,3

,

«

»

:

- (**15-30** . ,
;)

- (**15-20%**);
- **10%**
- , ;

- (. .)
« » -

U-
2.

2

	35	18	1,9
, ,	19	14	1,4
, ,	2186	98	22
	45,53	11,2	4
Harbek 26TS , .	573	383	1,5

« - »

()

U-
3.

3

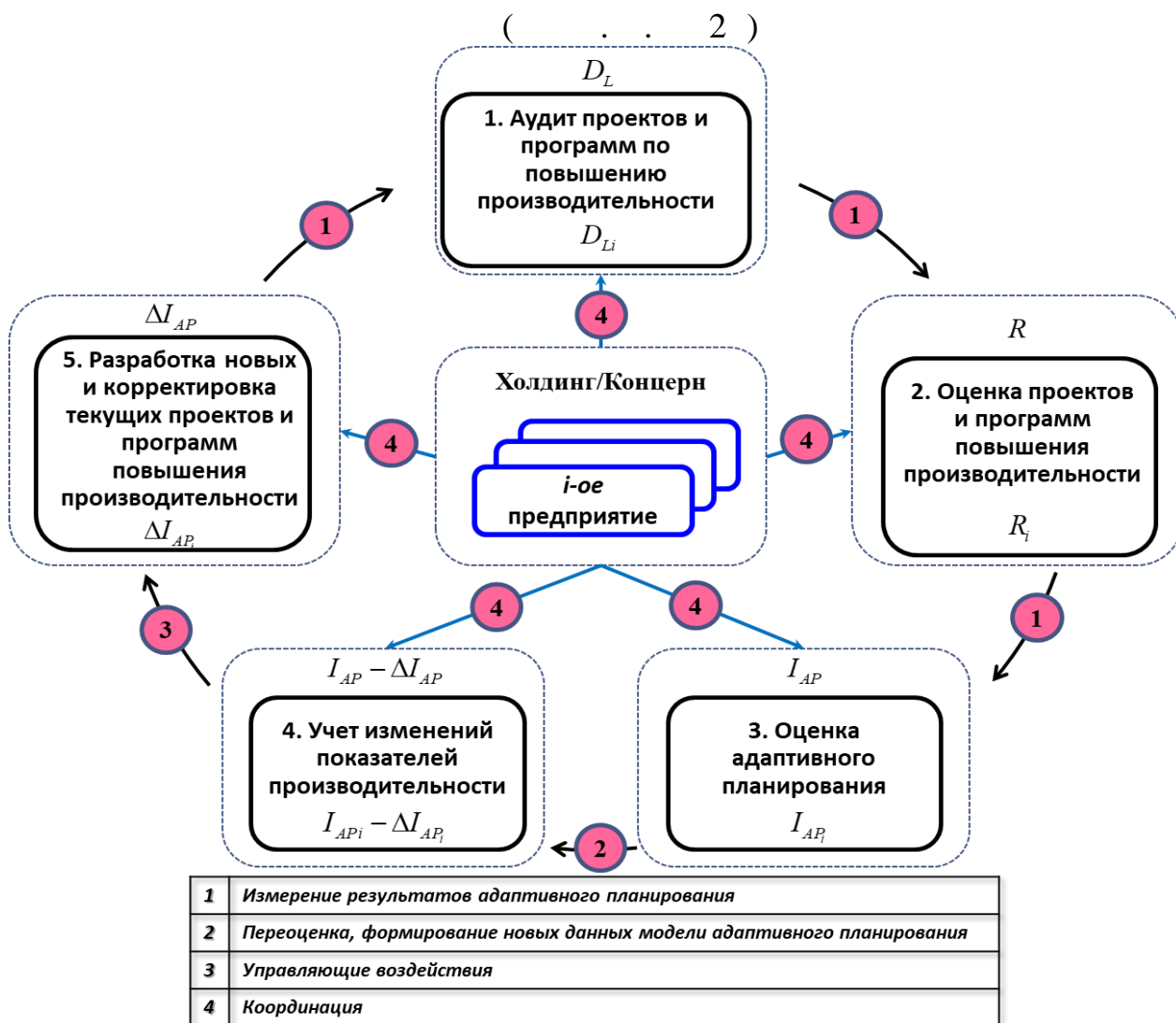
	28	20	1,4
, ,	51	41	1,2
, ,	1560	104	15
	7,02	3,51	2

« » « »

" « " 5 »

с

(



- () , (.

:

;

;

(()) . (I_{AP})

,

:

$$I_{AP} \approx \frac{\sum_{i=1}^n K_{f_i} Z_{f_i}}{\sum_{i=1}^n K_{p_i} Z_{p_i}}, \quad (40)$$

K_{f_i} - i - (; K_{p_i} -)

i - (; Z_{f_i}, Z_{p_i}) - .

K_{f_1}, K_{p_1} - :

(K_{f_3}, K_{p_3} ; -)

K_{f_4}, K_{p_4} - ; ()

(K_{f_5}, K_{p_5} -)

.

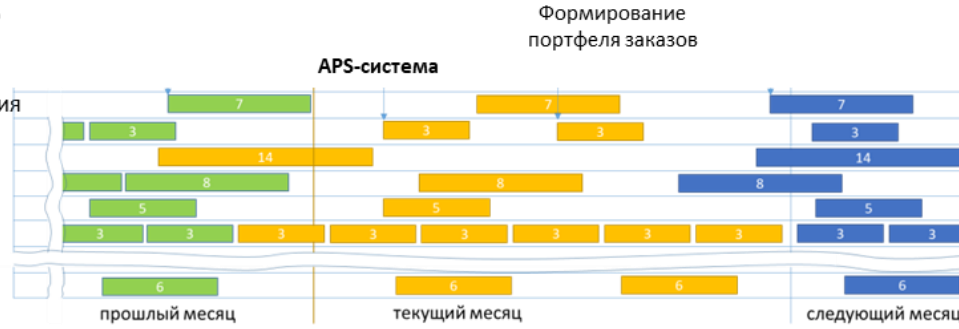
3). . (,

Первый уровень адаптивного планирования

Планирование максимальной производительности предприятия

Формирование оптимальной производственной среды:

$$L_{opt}; K_{opt}$$



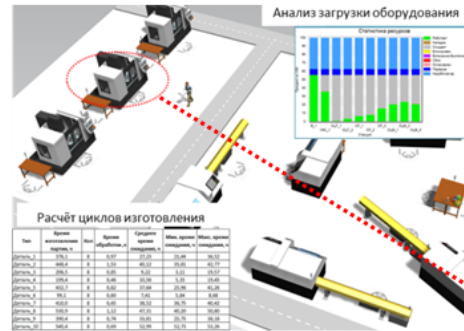
Второй уровень адаптивного планирования

Планирование максимальной эффективности организации производственных процессов, $E_{o,p}$

Сокращение абсолютного времени $T_{a,tot}$

до минимального относительного времени T_{rel}

Tecnomatrix Plant Simulation



```

1: var Таблица_данных, След_МН, Об_МН : object
2: var n, k: integer
3: Таблица_данных := str_to_obj("root.параметры.*#Name)
4: @_М_операции := 1
5: n:=МН:=1000
6: k:=1
7: if @_М_операции > Таблица_данных.ydim
8:   След_МН := str_to_obj("root.Место_отгрузки")
9: else
10:  for var N := 1 to Таблица_данных(4,@_М_операции)
11:    След_МН:=str_to_obj("root.*Таблица_данных(2,@_М_операции)*.*Имя_Рабочий_центр")
12:    Об_МН:=str_to_obj("root.*Таблица_данных(2,@_М_операции)*.*Имя_Оборудование_МН")
13:    if nIn_МН:=След_МН.Nумер_Об_МН.Nумер
14:      n:=N
15:    end
16:  next
17: end
18: След_МН:=str_to_obj("root.*Таблица_данных(2,@_М_операции)*.*Имя_Стан")
19: end
20: ?,MTarget := След_МН
21: @_move
  
```

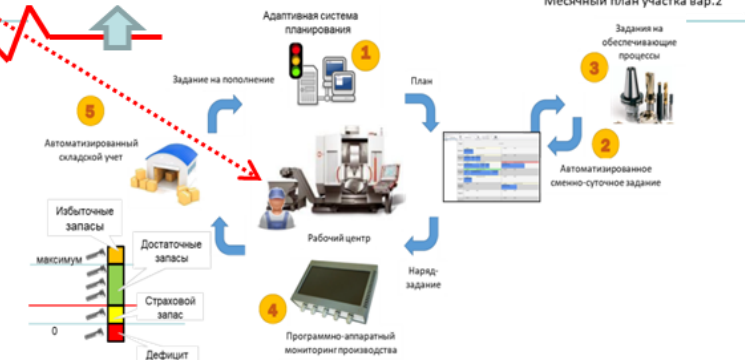
Месячный план участка вар.1

Время начала	Идентификатор	Колесо	Имя
0.0000	*ММ_д_1	10	Деталь_1
0.0000	*ММ_д_2	9	Деталь_2
0.0000	*ММ_д_3	15	Деталь_3
0.0000	*ММ_д_4	8	Деталь_4
0.0000	*ММ_д_5	5	Деталь_5
0.0000	*ММ_д_6	25	Деталь_6
0.0000	*ММ_д_7	10	Деталь_7
0.0000	*ММ_д_8	3	Деталь_8
0.0000	*ММ_д_9	12	Деталь_9
0.0000	*ММ_д_10	5	Деталь_10

Месячный план участка вар.2

Время начала	Идентификатор	Колесо	Имя
0.0000	*ММ_д_1	10	Деталь_1
0.0000	*ММ_д_2	10	Деталь_2
0.0000	*ММ_д_3	10	Деталь_3
0.0000	*ММ_д_4	10	Деталь_4
0.0000	*ММ_д_5	10	Деталь_5
0.0000	*ММ_д_6	10	Деталь_6
0.0000	*ММ_д_7	10	Деталь_7
0.0000	*ММ_д_8	10	Деталь_8
0.0000	*ММ_д_9	10	Деталь_9
0.0000	*ММ_д_10	10	Деталь_10

Моделирование производственных процессов и настройка алгоритмов планирования



Третий уровень адаптивного планирования

планирование повышения эффективности производственных процессов, R

Проведение мероприятий, обеспечивающих $\sum_{i,j} k_{ij} z_{ij} \rightarrow \max$

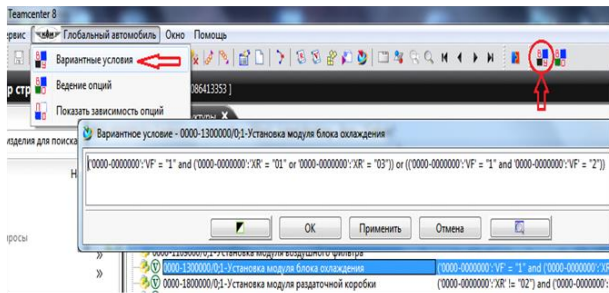
MES - система



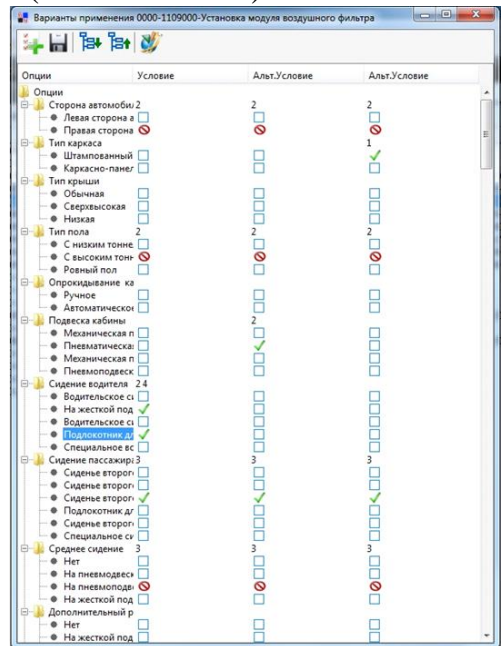
Цифровой двойник производства

15-5 2 "

PDM - Teamcenter « »



(('0000-0000000':'BA' != "2") and ('0000-0000000':'CE' != "2") and ('0000-0000000':'CH4' != "3") and (((('0000-0000000':'CH0' = "2" or '0000-0000000':'CH0' = "4") and '0000-0000000':'CH2' = "3") or ('0000-0000000':'CG' = "2" and '0000-0000000':'CH2' = "3")) or ('0000-0000000':'CA' = "1" and '0000-0000000':'CH2' = "3")))



-
-
-
-
-
-
-

;
;
70%

;

1 C M E S ;

T e a r

MES-

« »

- 1)
- ;
- 2)
- 3)
- 4) **4 . 7 "**
- 5)
- 6)

2

50%;

;
;

;

$I_{AP}=0,61,$

" « " **6**
»

4).

(

/			
1			$Q_1 A_0 L^U K^V e^{-t}$
2			$Q_1 \frac{T_{hor}}{T_{rel}}$
3		- /	$V_1 \frac{T_{a.tot}}{T_{rel}}$
4		%	$E_{o.p} \frac{\hat{A}}{\hat{A}} \frac{T_{rel}}{T_{a.tot}} \frac{\hat{N}}{100}$
5			$R_1 M \frac{\lg E! \lg \hat{A} e_p}{\lg M} \hat{A} K_i Z_i$
6			$I_{AP} \frac{\hat{A} K_{f_i} Z_{f_i}}{\hat{A} K_{p_i} Z_{p_i}}$

,

.

,

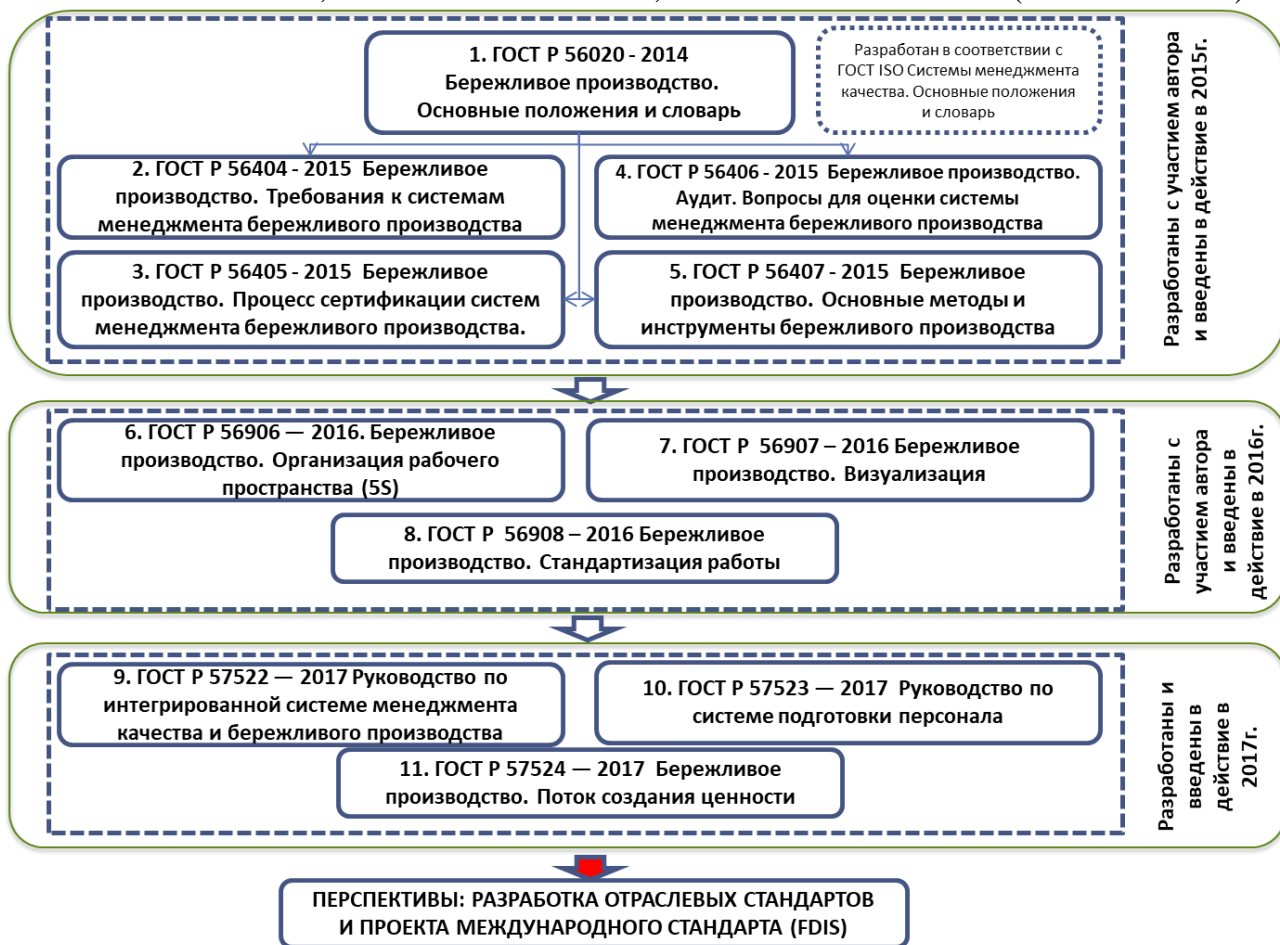
,, 137%

" « " 7

,

.

56404-2015, -2015 4 0 5 -2015 4 0 6 -2015 4 0 7
 -2016 9 0 6 -2016 9 0 7 -2016 (9 0 8 . 5)



5 .

« , . - . . . »
« . . . »
" "

1.

, :
- ,
, ,

2.

, , 2
5 0 % ,
2 , 5 ,

3.

(3 0 . ,) 2 1 0 %
4. -

1 5 % ,

D_L ,

0,05 . , 0 , 3 . ,

5.

,
«

3

1 5 %

I_{AP}

0,4,

6 .

7 .

9

"

"

"

)

-

-

" " "

1. . " 0 0 "

, ; . - . - . , 2 - . - :

2. . " 0 0 "

2304145 . . : / . . - . - : - , 21061 9.. " " " "

3. . " 0 0 "

2012.- 2 ÷ . -3151 1

4. . " 0 0 "

//

. -2012.- 2. - . -3191 6 / . . / /

5. . " 0 0 "

2015.- . 7 1- . . -11575 .3

6. . " 0 0 "

, . . , . . - 2015.- . 7 1 .

2 . . -1408 7

7. . " 0 0 "

, . . , . . - 2015.- . 7 1 . / /

3 . . -1000 1

8. . " 0 0 "

, . . / /

. - 2015.- . 7 1- . . -10038 .

9. . " 0 0 "

, - 2015.- . 1 8- . . -2443 .8 .

10. . . " 0

2016.- 7 2 . - . 3736 9

11. . " 0 0

- 2 0 1 6 . - 1-12(6 0 2) .

12. . " 0 0

2017.- . 7 3- . -69636.

13. . " 0 0

3 . . -757 0

14. . " 0 0

. . -2017.- . 7 3- . -8843.

15. . " 0 0

4 . . -959 0

16. . " 0 0

-2017.- . . . 7 3- . -10146. .

17. . " 0 0

-2018.- . . . 7 4- . -9815. .

18. . " 0 0

1 . . -979 2

19. . " 0 0

3 . . -65 8

20. . " 0 0

-

/ . . //

- 2018. -

4 . (4 65). 2 7

21. . " 0 0 "

-

22. . . . / / . . - 2019. - . 8 3 . - . 67 2 (7) .
 . " 0 0

3. - 43-49. // Computational nanotechnology. - 2019. - . 6 .

" "

. "

" **WEB OF** "**SCIENCE**

23. **Babushkin, V.M.** Quality functions modeling of industrial enterprises products / A.V. Gumerov, V.M. Babushkin, R.E. Moiseev, A.B. Nikolaeva, M.K. Biktemirova, S.M. Nuryyakhmetova, R.R. Kharisova, V.P. Rukomoinikova // International Review of Management and Marketing. Volume 6, Issue 1, 2016, Pages 165-169.

24. **Babushkin, V.M.** Influence of level of development of innovative potential of region on results of innovative activity / I. R. Bakeeva, B.V. Bakeev, V.V. Trutnev, G.F. Mingaleev, V.M. Babushkin // Published in: Advances in Economics, Business and Management Research, Volume 61, 2018, Pages 28-32.

25. **Babushkin, V.M.** Digital transformation of the economy / B.P. Pavlov, R.F. Garifullin, V.M. Babushkin, G.F. Mingaleev // Published in: Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019, Pages 3359-3364.

26. **Babushkin, V.M.** Key technologies of digital economy in the Russian Federation / B.P. Pavlov, R.F. Garifullin, G.F. Mingaleev, V.M. Babushkin // Published in: Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2019, Pages 3401-3407.

27. **Babushkin, V.M.** Methodical and Conceptual Aspects of Innovation System Evaluation and Monitoring (Resource Approach) / V.M. Babushkin, A.I. Shinkevich, A.V. Voronin, T.I. Klimenko, S.Sh. Ostanina, E.L. Vodolazhskaya // International Journal of Applied Exercise Physiology. Volume 8, Issue 2.1, Special Issue: SI, 2019, Pages 226-235.

28. **Babushkin, V.M.** Indicators of Resource Efficiency and Safety of Production Organization / E.I. Gabitov, V.M. Babushkin, V.V. Trutnev, A.I. Shinkevich, M.V. Shinkevich, V.I. Petrov // International Journal of Applied Exercise Physiology. Volume 8, Issue 2.1, Special Issue: SI, 2019, Pages 245-256.

29. - " 2014 0 2 0 .
 . - : 5. -20 . , 2 0 1
 30 . - 2 0 5 5 4 0 4
 - . : . -2 0 . , 2 0 1 5 .
 31 . - 2 0 5 5 4 0 5 . - . : .

2015. - 1 6 .

32 . - 2 0 5 5 4 0 6
 - . : - 3 2 . , 2 0 1 5 .
 33 . - 2 0 5 5 4 0 7
 - . : . - 1 6 , 2 0 1 5 .
 34. - 25061960.6
 - . : (5 S) . - 1 5 . , 2 0 1 6 .
 35 . - 2 0 5 6 9 0 7 - . :
 - 1 1 , . 2 0 1 7 .
 36 . - 2 0 9 0 8
 - .. : - 1 5 . , 2 0 1 6 .

37. " " " . " 0 0 / . .

38. - - 2014. - . - 6 2 2 .
 . " 0 0

39. XX I I « (. - 2015. - . - 3 1 1 . " 0 0

40. P R I N C E 2 P M B O O K . - 2017. - . - 7 0 9 0 4 . . / . . , . .) : . . / /

2018. - . - 20 5 0 1

41. - " 0 0 : . . /

,] , : . . - .
 - . . . 2010. - 409 .
 42. . **0**
 / , . . . , - . . .
 : - - , 5. 21861 .

6 0 8 4 1 / 1 6 .

. 2 , 0 9 1 2 0 .

4 2 0 1 1 1 , , . , 1 0