

# МОДЕЛІ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ЗАДАЧ НАВЧАННЯ З КОНТРОЛЕМ І ЗАБУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЇ

**І. В. Прохоренко**

Асистент

Кафедра автоматизації та енергоменеджменту  
Аерокосмічний інститут Національний авіаційний  
університет

пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 03058

Контактні тел.: (044) 406-70-58

E-mail: Proshorenko\_I@mail.ru

*У статті наведено моделювання задач навчання з контролем та контролем забування навчальної інформації, з визначенням проблем забування отриманої раніше навчальної інформації*

*Ключові слова: навчальний процес, засвоєна навчальна інформація, моделювання*

*В статье приведено моделирование задач обучения с контролем и контролем забывания учебной информации, с определением проблем забывания полученной ранее учебной информации*

*Ключевые слова: учебный процесс, усвоенная учебная информация, моделирование*

*The article presents a simulation study of problems of control and supervision of academic information forgetting, forgetting the problems with the definition previously received educational information*

*Keywords: educational process, mastered educational information, modeling*

## Постановка проблеми

Аналіз робіт формування оцінки якості навчання зосередив увагу на питанні контролю та забуванні навчальної інформації.

Тематичний аналіз попередніх робіт визначив різноманітність рішень такої задачі. Забування – це процес протилежний запам'ятовуванню. Коли ми бачимо значну відмінність між оригінальним матеріалом і тим, що вдається відтворити, прийнято говорити, що матеріал забутий. Забування може бути як корисним, так і шкідливим, допомагаючи або заважаючи людині в житті та діяльності.

Позитивність функції забування полягає в тому, що забування забирає величезний вантаж інформації, і не допускає перевантаження пам'яті.

Негативним забування стає, коли пам'ять стирає цілі блоки інформації, яка є необхідною для нормального плідного життя.

Вирішення проблем забування має надзвичайно важливий практичний сенс взагалі, а особливо в навчальному процесі. Тож важливо протистояти забуванню в процесі навчання, коли є необхідність запам'ятовувати, як осмислений, так і довідковий матеріал. Подолання забування є важливою задачею, тому що навчання висуває нові вимоги до стану пам'яті людини, та до її подальшого розвитку.

## Аналіз останніх досліджень та публікацій

Перші результати вивчення ефективності навчання з контролем і забуванням інформації були отрима-

ні німецьким психологом Германом Еббінгаузом при проведенні експериментальних досліджень пам'яті.

Він виявив залежність характеристик запам'ятовуваної інформації від часу і кількості повторень і ввів поняття кривих навчання і забування. Згодом ідеї Еббінгауза стали базою для розвитку методів освоєння нової інформації та контролю залишкових знань [3].

## Ціль даної статті

Сформульовано основні проблеми процесу забування навчальної інформації, показана можливість на базі використання моделей визначення при різних індивідуальних здібностей суб'єктів навчання їх момент готовності до якісного засвоєння наступної порції інформації.

## Основна частина

Подолання забування є важливим у всіх сферах людської діяльності. Наприклад, жодне важливе рішення суб'єктом навчання не може бути прийнятим без урахування всіх важливих факторів і обставин, що потребує відповідного стану пам'яті. Забування, витіснення важливої інформації може призвести до непоправних наслідків. Відповідність та невідповідність пам'ятливих здібностей формує професійну діяльність суб'єктів дослідження.

Існують природні закони забування, що проявляють себе в забуванні, з якими суб'єкт не може «боротися». Але вже саме знання про подібні закономірності

пам'яті дозволяє організувати діяльність таким чином, щоб звести до мінімуму забування істотно, життєво важливої інформації.

В даній статті пропонується розглянути різні форми забування навчальної інформації із застосуванням їх до різних моделей навчання [1]:

- навчання з контролем і забуванням навчальної інформації;
- навчання з повторюванням навчальної інформації;
- навчання з контролем навчальної інформації.

Розглянемо приклади моделювання задач навчання з контролем і забуванням навчальної інформації. Будемо розрізняти «квант» навчальної інформації і факт «володіння» отриманою цією раніше інформацією в даний момент часу. Іншими словами нас буде цікавити можливість зберігання вже засвоєної інформації, коли має місце природний процес її забування. Відмітимо, що процес забування має формальну схожість з демфуванням в природничо наукових дисциплінах. Засновник кібернетики Нейман розглядав спостерігача, який забуває інформацію, яка пов'язувалася із зростанням ентропії з плином часу. Растрігін [2] розглядав наступну модель:

якщо  $p^N$  – ймовірність незнання порції інформації в момент часу  $t = N$  (при умові, що при  $t = 0$  навчаючий даною порцією інформації володів), то:

$$p^{N+1} = 1 - (1 - p^N) \exp(-C^N \Delta t_{N+1}), \tag{1}$$

де:  $C^N$  – коефіцієнт швидкості забування інформації.

В подальшому будемо використовувати більш простіші моделі, вважаючи, що:

$$\sigma_N = \xi_{NK} \sigma_K, \tag{2}$$

де:  $\sigma_K$  – ступінь володіння даним фрагментом навчальної інформації в момент часу  $t_K$ ,  $\xi_{NK}$  – коефіцієнти втрати інформації за час  $t_N - t_K$  за рахунок її забування. Для визначення  $\xi_{NK}$  скористаємося наступними виразами:

$$\left. \begin{aligned} \xi_{NK} &= \frac{\eta}{N - K + 1}; \\ \xi_{NK} &= \eta \left( 1 - \ln \frac{1}{N - K + 1} \right). \end{aligned} \right\} \tag{3}$$

$$\left. \begin{aligned} \xi_{NK} &= \frac{1}{\eta(N - K) + 1}; \\ \xi_{NK} &= 1 - \ln \frac{1}{\eta(N - K) + 1}. \end{aligned} \right\} \tag{4}$$

Підбираючи кожного разу параметр  $\eta$  з метою спрощення на окремих часових інтервалах можна апроксимувати залежність (1) формулами (3) та (4). Всі ці формули вбудовані так, що коли  $K = N$ ,  $\xi_{NK} = 1$ .

Розглядаючи моделі контролю вивченої інформації для різних форм забування інформації відповідно до проведених розрахунків моделей (3-4) є можливість характеризувати залежність критерію оптимальності

від часу засвоєння матеріалу. Критерій оптимальності має наступний вигляд:

$$F(\Delta) = 1 \cdot \frac{\Delta_1}{1 + \Delta_1} + \frac{\Delta_2}{1 + \Delta_2} \cdot \sigma_{\text{інвал.}} \tag{5}$$

де:  $\sigma_{\text{інвал.}} = \sigma_i \cdot \xi_i \cdot \eta$ ,  $i = 1, 2, 3, 4$ .

Критерій оптимальності  $F(\Delta)$  розраховувався з урахуванням різних рівнів здібностей суб'єктів –  $\eta$ . Тож відповідно маємо:

$$1. \xi_1 = \frac{\eta}{\Delta - 0.5\Delta + 1} \tag{6}$$

**Таблиця 1**

Рівень різних індивідуальних здібностей суб'єктів

| $\eta_1$ | $\eta_2$ | $\eta_3$ | $\eta_4$ |
|----------|----------|----------|----------|
| 1,1      | 0,95     | 0,7      | 0,45     |

Залежність критерію оптимальності від часу засвоєння порції навчальної інформації зображено на рис. 1-4.

На рис. 1 ми спостерігаємо криві, екстремуми яких, залежить від  $\eta$  – рівень індивідуальних здібностей суб'єктів.

Отриманий результат обчислень встановив і дозволяє зробити висновок, що чим вище  $\eta$ , тим менше часу потрібно для засвоєння порції навчальної інформації.

Наприклад, в даному випадку з рис. 1 спостерігаємо наступну картину що при:

$\eta_1 = 1,1$  – час засвоєння інформації здійснюється протягом 5 навчальних годин;

$\eta_2 = 0,95$  – час засвоєння інформації здійснюється протягом 8 навчальних годин;

$\eta_3 = 0,7$  – час засвоєння інформації здійснюється протягом 23 навчальних годин;

$\eta_4 = 0,45$  – час засвоєння інформації здійснюється протягом 25 навчальних годин.

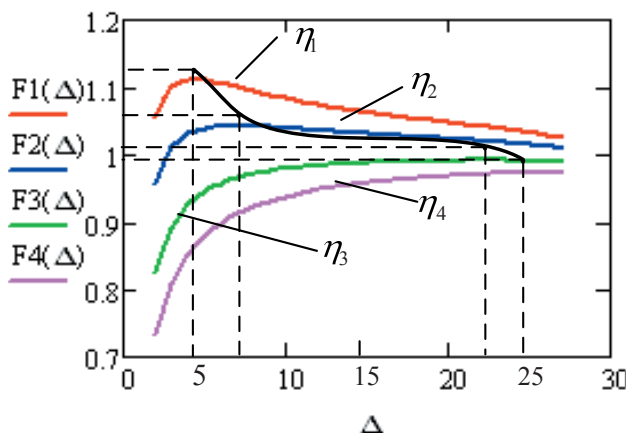


Рис. 1. Залежність критерію оптимальності від часу засвоєння суб'єктами різних порцій навчальної інформації при різних рівнях індивідуальних здібностей

$$2. \xi_2 = \eta \cdot \left( 1 - \ln \frac{1}{\Delta - 0.5\Delta + 1} \right) \tag{7}$$

**Таблиця 2**

Рівень різних індивідуальних здібностей суб'єктів

| $\eta_1$ | $\eta_2$ | $\eta_3$ | $\eta_4$ |
|----------|----------|----------|----------|
| 1,5      | 1,2      | 1        | 0,8      |

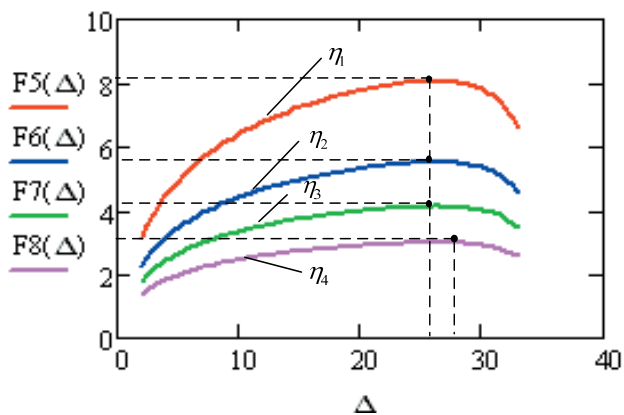


Рис. 2. Залежність критерію оптимальності від часу засвоєння суб'єктами різних порцій навчальної інформації при різних рівнях індивідуальних здібностей

На рис. 2 спостерігаємо закономірність, що з зменшенням параметру  $\eta$  від 1,5 до 1 час засвоєння інформації становить 26 навчальних годин, і лише для четвертого  $\eta$  параметр становить 26,5 навчальних годин.

$$3. \xi_3 = \frac{1}{\eta \cdot (\Delta - 0.5\Delta) + 1} \quad (8)$$

**Таблиця 3**

Рівень різних індивідуальних здібностей суб'єктів

| $\eta_1$ | $\eta_2$ | $\eta_3$ | $\eta_4$ |
|----------|----------|----------|----------|
| 1,5      | 1,2      | 1        | 0,8      |

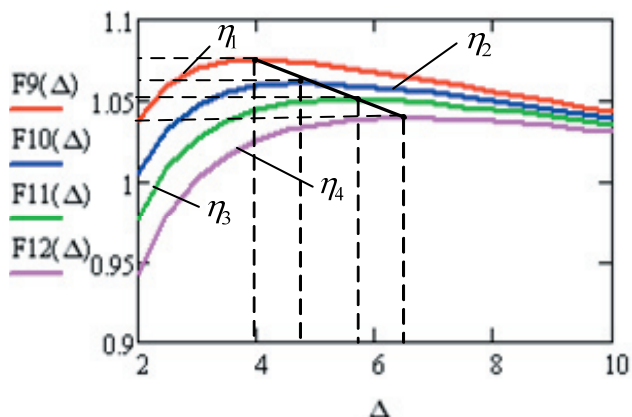


Рис. 3. Залежність критерію оптимальності від часу засвоєння суб'єктами різних порцій навчальної інформації при різних рівнях індивідуальних здібностей

Криві на рис. 3 характеризують, що при:

$\eta_1 = 1,5$  – час засвоєння інформації здійснюється за 4 навчальних години;

$\eta_2 = 1,2$  – час засвоєння інформації здійснюється за 4,5 навчальних години;

$\eta_3 = 1$  – час засвоєння інформації здійснюється за 6 навчальних годин;

$\eta_4 = 0,8$  – час засвоєння інформації здійснюється за 6,5 навчальних годин.

$$4. \xi_4 = 1 - \ln \frac{1}{\eta \cdot \Delta - 0.5\Delta + 1} \quad (9)$$

**Таблиця 4**

Рівень різних індивідуальних здібностей суб'єктів

| $\eta_1$ | $\eta_2$ | $\eta_3$ | $\eta_4$ |
|----------|----------|----------|----------|
| 1,5      | 1,2      | 1        | 0,7      |

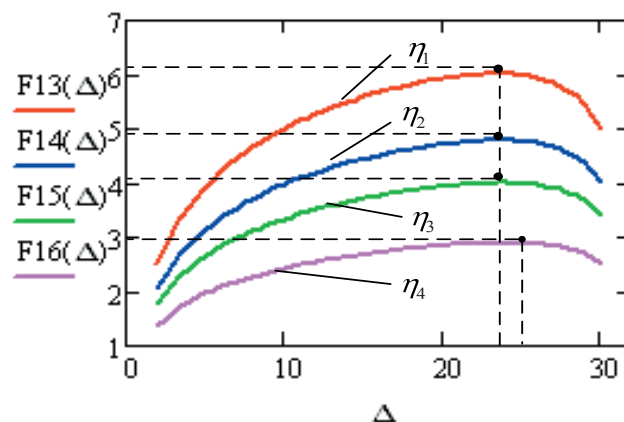


Рис. 4. Залежність критерію оптимальності від часу засвоєння суб'єктами різних порцій навчальної інформації при різних рівнях індивідуальних здібностей

Аналіз кривих рис. 4 показує, що з зменшенням параметру  $\eta$  від 1,5 до 1 час засвоєння порції інформації для різних  $\eta_i$  становить протягом (23,5) та 24 навчальних години.

Тож, відповідно до рис. 1-4, ми відслідковуємо картину, що у всіх чотирьох моделях, зі зменшенням  $\eta$ , тобто індивідуальних здібностей суб'єктів, збільшується час засвоєння порції навчального матеріалу ( $\Delta$ ), і зменшується критерій оптимальності  $F(\Delta)$ .

З вище наведеного можна зробити загальний висновок, у суб'єктів, які мають менші інтелектуальні здібності необхідно більше часу приділити для вивчення навчального матеріалу для того, щоб інформація була засвоєна оптимально.

На даний час у всьому світі зросли технологічні можливості передачі інформації тому в роботі нами також піднімається дослідження – залежності засвоєння переданої інформації суб'єктам навчання, від швидкості її передачі.

Визначення рівня засвоєння  $\sigma$  від швидкості передачі навчальної інформації  $v_i$  нами пропонується моделлю, яка має наступний вигляд:

$$\sigma = f v_i e^{-\lambda v_i}$$

В цьому випадку існує оптимальна швидкість передачі інформації, яка визначається із умови:

$$\frac{d\sigma}{dv_i} = 0.$$

Звідки знаходимо  $v_{opti} = v_i^* = \frac{1}{\lambda}$ , а максимальне (найкраще) засвоєння навчального матеріалу досягається, коли  $\sigma = \sigma_{max} = fv_i^*e^{-1}$ , тоді модель набуває наступного вигляду:

$$5. \sigma(v) = \sigma_1 \cdot \frac{v}{v_1} \cdot e^{-\frac{v-v}{v_1}} \quad (10)$$

Таблиця 5

Рівень різних індивідуальних здібностей суб'єктів

| $\lambda_1$ | $\lambda_2$ | $\lambda_3$ | $\lambda_4$ |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0,1         | 0,5         | 0,3         | 0,18        |

Вид залежності (5) має вигляд:

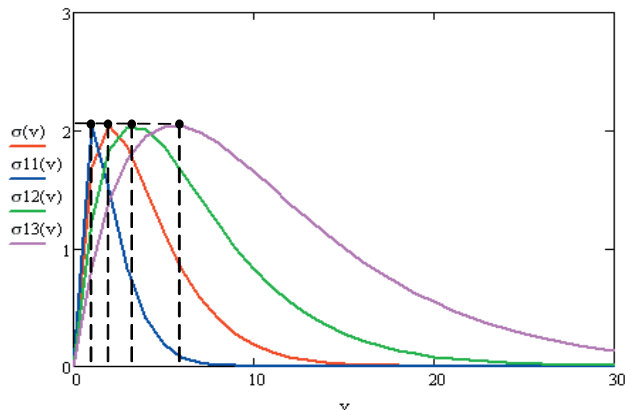


Рис. 5. Залежність рівня засвоєння інформації від швидкості її передачі

На рис. 5 показано зміну  $\lambda$  ступінь засвоєння інформації залишається постійним, а час передачі інформації змінюється.

Дана модель базується на припущенні, що чим менший коефіцієнт  $\lambda$  тим більша швидкість засвоєння інформації. А чим більший коефіцієнт  $\lambda$  тим менша швидкість засвоєння інформації.

З інтуїтивної точки зору ця модель може бути визначена наявністю ефекту забування і тоді при занадто повільному, викладу деякого об'єму навчальної інформації засвоєння буде ускладнено ефектом забування.

Розглянемо наступну модель де інформація розглядається, як один із видів ресурсів і позначається символом  $r$ . Модель має наступний вигляд:

$$6. \sigma(\Delta) = \frac{r_1}{\Delta} \cdot e^{-\frac{\Delta_1}{\Delta}} \quad (11)$$

Таблиця 6

Рівень різних індивідуальних здібностей суб'єктів

| $\lambda_1$ | $\lambda_2$ | $\lambda_3$ |
|-------------|-------------|-------------|
| 0,5         | 0,75        | 1           |

Розподіл  $\sigma(\Delta)$  представлений на рис. 6.

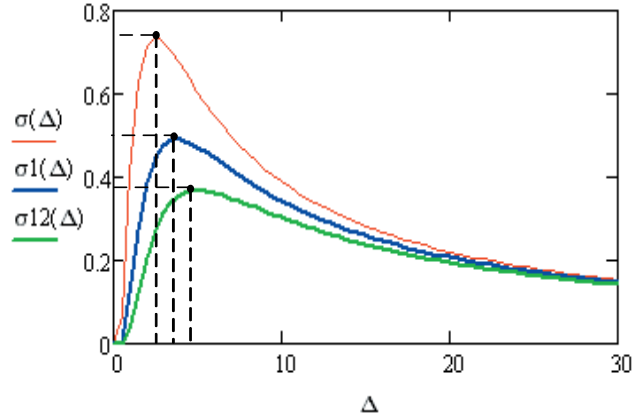


Рис. 6. Залежність ступеню засвоєння інформації від часу її передачі

При зміні коефіцієнта  $\lambda$  змінюється, як час передачі інформації  $\Delta$ , так і ступінь засвоєння інформації  $\delta(\Delta)$ . Тобто модель відображає той факт, що ймовірність збереження в пам'яті студента даної порції інформації з часом зменшується рис. 6.

Розгляд моделі де вивчаються дві порції навчальної інформації  $r_1$  і  $r_2$  і дві функції які відображають ступінь засвоєння  $\sigma_1$  і  $\sigma_2$ , а також проміжки часу  $\Delta_1$  і  $\Delta_2$  протягом якого засвоюються «порції»  $r_1$  і  $r_2$  базується на передбаченні, що  $\sigma_2$  залежить від витраченого часу, що витрачається, а також від залишкового «знання» першої порції інформації  $r_1$  при визначенні кореляційного зв'язку між двома порціями інформації. Критерій який відображає цю задачу має наступний вигляд:

$$7. F1(\Delta) = \frac{\Delta}{\Delta+1} \left( 1 + \frac{T-\Delta}{1+T-\Delta} \cdot \frac{1}{1+0.5 \cdot \Delta} \cdot k(\Delta)\eta_l \right) \quad (12)$$

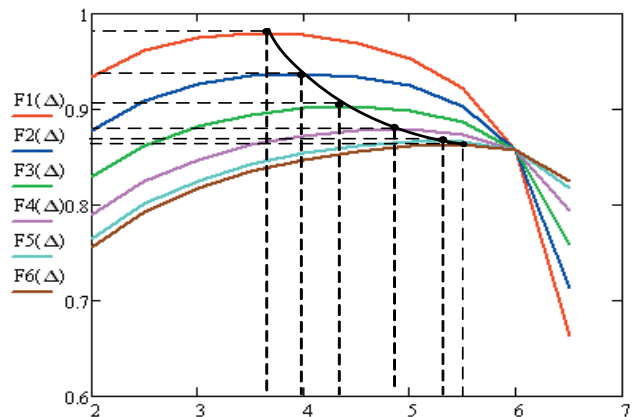


Рис. 7. Залежність критерію ефективності від часу передачі інформації.

При:  
 $F_1(\Delta) = 0,98$  час засвоєння протягом 3,8 одиниць часу;  
 $F_2(D) = 0,95$  час засвоєння протягом 4 одиниць часу;  
 $F_3(\Delta) = 0,9$  час засвоєння протягом 4,2 одиниць часу;  
 $F_4(\Delta) = 0,89$  час засвоєння протягом 4,9 одиниць часу;  
 $F_5(\Delta) = 0,86$  час засвоєння протягом 5,4 одиниць часу.

З даної залежності можна зробити висновок, що чим більша порція інформації тим більший критерій оптимальності. Якщо  $\rho=0$  тоді кореляційний зв'язок між двома порціями інформації набуває більшого часового значення. А при збільшенні  $\rho$  до 1 числове значення кореляційного зв'язку зменшується. Чим більший кореляційний зв'язок тим більший критерій оптимальності тим менше часу необхідно для засвоєння навчального матеріалу. І зі зменшенням кореляційного зв'язку зменшується критерій оптимальності і збільшується час засвоєння навчальної інформації.

**Висновок**

В роботі визначено момент готовності суб'єктів навчання до переходу вивчення наступної порції інформації.

Запропоновані моделі формалізації задач навчання з контролем і забуванням інформації можуть дозволити більш об'єктивно для суб'єктів навчання забезпечувати формування блоків навчальної інформації за рахунок чого значно підвищиться рівень якісного засвоєння нової інформації і відповідно відсоток її забування зменшиться.

Література

1. Касьянов В.А. Субъективный анализ [Текст] / В. А. Касьянов. – К.: НАУ, 2007. – 512с.
2. Растринин Л.А. Обучение как управление [Текст] / Л. А. Растринин. – Изд. АН, Техническая кибернетика, №2, 1993.
3. Эббингауз Г. Ассоциативная психология [Текст] / Г. Эббингауз, А. Бэн. – М.: АСТ-ЛТД, 1998. – 528 с.

*Запропоновано методика виміру й прогнозування тривалості циклу складання виробів в умовах важкого машинобудування. Визначено алгоритм розрахунку фактичної трудомісткості складальних операцій при наявності додаткових пригональних робіт*

*Ключові слова: цикл складання, пригональні роботи, прогнозування*

*Предложена методика измерения и прогнозирования длительности цикла сборки изделий в условиях тяжелого машиностроения. Определен алгоритм расчета фактической трудоемкости сборочных операций при наличии дополнительных пригоночных работ*

*Ключевые слова: цикл сборки, пригоночные работы, прогнозирование*

*The technique of measuring and forecasting the cycle time assembly of products in heavy machinery. Defined algorithm for calculating the actual complexity of assembly operations in the presence of the additional work of fitting*

*Keywords: cycle assembly work of fitting, forecasting*

УДК 006.78

# МЕТОДИКА ОЦІНКИ Й ПРОГНОЗУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ЦИКЛУ СКЛАДАННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ МАШИН

**К. І. Шишкевич**  
Аспірант

Кафедра менеджменту  
Донбаський інститут техніки та менеджменту  
Міжнародного науково-технічного університету  
ім. академіка Ю.Бугая  
вул. Б.Машинобудівників, 32, м. Краматорськ,  
Донецька обл., 84313  
Контактний тел.:(06264) 3-36-31, 067-718-45-69  
E-mail: chrinya06@rambler.ru

**1. Вступ**

У цей час перевищення тривалості циклу складання визначається шляхом порівняння фактичної тривалості циклу ( $T_{ц.ф.}$ ) послідовних операцій з технологічної або планової ( $T_{ц.п.}$ ):

$$\Delta T_{ц} = T_{ц.ф} - T_{ц.п} .$$

При цьому контролювалася тривалість окремих операцій і загальна підсумкова тривалість циклу складання.

Такий підхід аналізував минулий стан технологічного процесу й не був спрямований у майбутнє,