

## ЕКВІВАЛЕНТНІ МОДЕЛІ «СМУГ ЗАБУВАННЯ»

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет  
<sup>2</sup>ТОВ "Промавтоматика Вінниця"

### Анотація

У роботі представлено метод ідентифікації синтезованих в попередніх роботах авторів еквівалентних математичних моделей верхніх меж «смуг забування» для людей з відмінною, доброю, посередньою, поганою та дуже поганою пам'яттю. Створено Python-програми для реалізації розробленого методу ідентифікації верхніх меж «смуг забування». Запропоновано алгоритм віднесення конкретних людей до однієї із «смуг забування», визначених авторами для людей з відмінною, доброю, посередньою, поганою та дуже поганою пам'яттю.

**Ключові слова:** крива забування Еббінгауза, смуги забування для людей з відмінною, доброю, посередньою, поганою та дуже поганою пам'яттю, межі смуг забування, еквівалентні математичні моделі меж смуг забування, метод ідентифікації меж.

### Abstract

The paper presents a method of identifying equivalent mathematical models of the upper borders of the "bands of forgetting" synthesized in previous works by the authors for people with excellent, good, average, bad and very bad memory. Python programs were created to implement the developed method of identifying the upper borders of the "bands of forgetting". An algorithm for assigning specific people to one of the "bands of forgetting" defined by the authors for people with excellent, good, average, bad and very bad memory is proposed.

**Keywords:** Ebbinghaus forgetting curve, forgetting bands for people with excellent, good, average, poor and very poor memory, limits of forgetting bands, equivalent mathematical models of the limits of forgetting bands, border identification method.

### Вступ

На протязі достатньо значного відрізка часу групою науковців нашого університету за програмою роботи науково-дослідної лабораторії «Проблем вищої школи» (НДЛ ПВШ), що була створена спільним наказом ректора ВНТУ, академіка НАПН України Бориса Мокіна та директора Інституту педагогічної освіти і освіти дорослих НАПН України, академіка НАПН України Івана Зязюна, здійснювались дослідження процесів засвоєння студентами закладів вищої освіти (ЗВО) знань, які вони отримували від викладачів на лекціях і практичних заняттях з певних навчальних дисциплін.

Частина результатів цих досліджень, що присвячена моделюванню процесів забування інформації, отриманої студентами на лекціях та практичних заняттях, була опублікована на протязі 2010-2021 років в роботах [1]-[12].

### Результати дослідження

Ці результати, завдяки яким відома психологам «крива забування Г. Еббінгауза» спочатку була розширена до «смуг забування», а математична модель процесу забування інформації, запропонована в монографії Л. М. Приснякової «Системний аналіз поведінки особистості», опублікованій у Дніпропетровську у 2007 році, доповнена синергетичною складовою, трансформована до кожної із шести «смуг забування» і приведена спочатку до вигляду

$$x_{I(\%) }(\tau) = \varphi_{(\%) } + (100 - \varphi_{(\%) })e^{-(\alpha_{11} - \alpha_{12}x_2)\tau}, \quad (1)$$

$$x_{I(\%) } = 100\bar{I}_1, \quad \bar{I}_1 = \frac{I_1}{I_0}, \quad x_2 = \frac{I_2}{I_0}, \quad \varphi_{(\%) } = 100\bar{\varphi}, \quad \bar{\varphi} = \frac{I_c}{I_0}, \quad \tau = \frac{t}{T}, \quad (2)$$

де  $I_1$  – поточне значення інформації, що залишається в пам'яті студента з плином часу  $t$  після отримання її ним у кількості  $I_0$  на лекції;  $I_c$  – та частка від початкової інформації  $I_0$ , отриманої на лекції, що залишається в пам'яті студента назавжди;  $T$  – відрізок часу, за який забувається  $\frac{2}{3}$  від початкової кількості інформації, тобто, від  $I_0$ , який, як витікає з графіка, отриманого ще Г. Еббінгаузом і підтвердженого в подальших дослідженнях психологів, дорівнює 24 години;  $\alpha_{12}x_2$  – синергетична складова, в якій  $x_2$  – відносна інформація, що генерується мозком студента самостійно за тематикою, пов'язаною з початковою інформацією у той період часу, в який уже від викладача ця інформація не надходить і йде процес її забування, тому ця складова уповільнює цей процес, який для зручності позначено  $\lambda(\bullet)$ , тобто  $\lambda(\bullet) = \alpha_{12}x_2(\bullet)$ , а параметр  $\alpha_{11}$  характеризує «чисте забування» в момент відносного часу  $\tau = 1$  за відсутності впливу синергетичної складової, значення якого прийнято рівним одиниці для кривої Г. Еббінгауза, яка породжує «смуги забування», а для самих «смуг забування», значення цього параметру буде відрізнятися від одиниці, будучи більшим за одиницю для «смуг», які мають місце під кривою Г. Еббінгауза, та меншим за одиницю для «смуг», які мають місце над цією кривою, тобто, в загальному вигляді його можна записати, як  $\alpha_{11}(\bullet)$ , пам'ятаючи однак, що для кожної «смуги забування» цей параметр є константою.

А потім математична модель (1),(2) нами була приведена до вигляду

$$x_{1(\%)}(\tau) = \varphi_{(\%)}(\bullet) + (100 - \varphi_{(\%)}(\bullet))(1 + \lambda_0\tau)e^{-\alpha_{11}(\bullet)\tau}, \quad (3)$$

де

$$\begin{cases} \varphi_{(\%)}(\bullet) \in [\varphi_{(\%)}(A), \varphi_{(\%)}(B-C), \varphi_{(\%)}(D-E), \varphi_{(\%)}(FX), \varphi_{(\%)}(F)], \\ \alpha_{11}(\bullet) \in [\alpha_{11}(A), \alpha_{11}(B-C), \alpha_{11}(D-E), \alpha_{11}(FX), \alpha_{11}(F)], \\ \lambda(\bullet) \in [\lambda(A), \lambda(B-C), \lambda(D-E), \lambda(FX), \lambda(F)], \end{cases} \quad (4)$$

і зроблено припущення, що ми уже знаємо, до якої «смуги забування»  $(\bullet)$  відноситься пам'ять студента, тобто уже знаємо, що він є «відмінником», який отримує оцінки «А» за міжнародною шкалою; «хорошистом», який отримує оцінки «В-С»; «посередніх здібностей», який отримує оцінки «D-E»; «здібностей нижчих посередніх, але здатним шляхом додаткових перескладань іспиту завершити екзаменаційну сесію у складі студентів з посередніми здібностями», який отримує оцінку «FX»; або ж він має «здібності настільки нижчі посередніх, що для отримання посередньої оцінки йому потрібно повторно вивчати усю програму навчальної дисципліни», тобто, що він навіть не допускається до першого складання іспиту, маючи за роботу протягом семестру оцінку «F».

В даній роботі з застосуванням метода найменших квадратів з критерієм

$$\Sigma = \sum_{i=1}^N (x_{(\%)}^{(ei)} - \varphi_{(\%)}(\bullet) - (100 - \varphi_{(\%)}(\bullet))(1 + \lambda_0(\bullet)\tau_i)e^{-\alpha_{11}(\bullet)\tau_i})^2, \quad (5)$$

отримана система рівнянь:

$$\begin{cases} \psi_{\varphi}(\varphi_{(\%)}(\bullet), \alpha_{11}(\bullet), \lambda_0(\bullet)) = 0, \\ \psi_{\alpha}(\varphi_{(\%)}(\bullet), \alpha_{11}(\bullet), \lambda_0(\bullet)) = 0, \\ \psi_{\lambda}(\varphi_{(\%)}(\bullet), \alpha_{11}(\bullet), \lambda_0(\bullet)) = 0, \end{cases} \quad (6)$$

яка розв'язана методом послідовних наближень за ітераційним алгоритмом

$$\begin{cases} \varphi_{(\%)}(n) = \varphi_{(\%)}(n-1) - \gamma(n)\psi_{\varphi}(\varphi_{(\%)}(n-1), \alpha_{11}(n-1), \lambda_0(n-1)), & n = 1, 2, 3, \dots \\ \alpha_{11}(n) = \alpha_{11}(n-1) - \gamma(n)\psi_{\alpha}(\varphi_{(\%)}(n-1), \alpha_{11}(n-1), \lambda_0(n-1)), & n = 1, 2, 3, \dots \\ \lambda_0(n) = \lambda_0(n-1) - \gamma(n)\psi_{\lambda}(\varphi_{(\%)}(n-1), \alpha_{11}(n-1), \lambda_0(n-1)), & n = 1, 2, 3, \dots \end{cases} \quad (7)$$

з початковими умовами –

$$\begin{cases} \varphi_{(\%)}(0) = \varphi_0, \\ \alpha_{11}(0) = \alpha_{110}, \\ \lambda_0(0) = \lambda_{00}, \end{cases} \quad (8)$$

які потрібно задавати для кожної «смуги забування», та з застосуванням комп'ютерної Python-програми, що реалізує ітераційний процес (7).

В результаті розв'язання цієї задачі отримано еквівалентні моделі «смуг забування», що графічно представлені на рис.1.

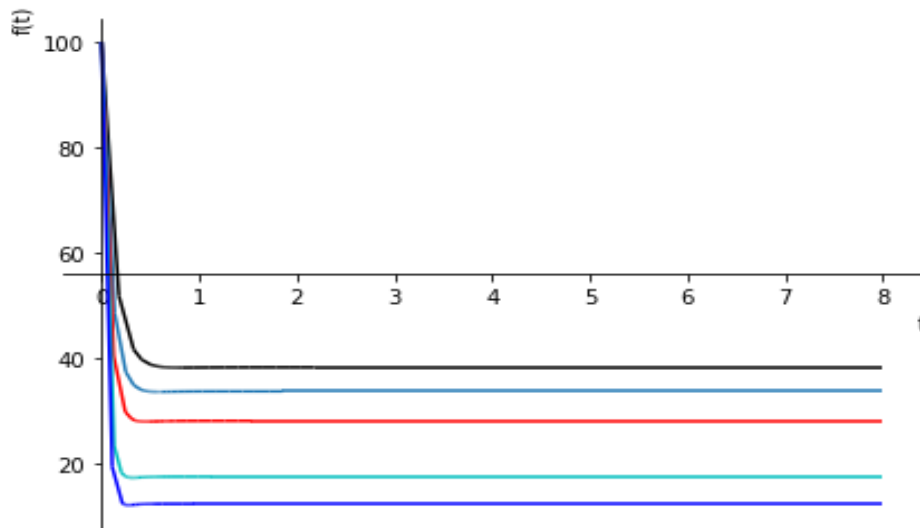


Рис.1 Графіки меж «смуг забування» для людей з відмінною, доброю, середньою, поганою та дуже поганою пам'яттю, відтворені за їх еквівалентними моделями

Цілком очевидно, що визначивши за певним тестом ступінь забування конкретним студентом матеріалу, прочитаного викладачем на лекції, в якийсь із наступних днів тижня після цієї лекції, та помістивши отриману точку на графік рис.1, ми отримаємо інформацію про те, до групи з яким ступенем пам'яті потрібно віднести цього студента, що дозволить як самому студенту, так і його викладачу розробити оптимальну стратегію вивчення ним матеріалу даної навчальної дисципліни.

### Висновки

Отже, у нашій доповіді представлено метод ідентифікації еквівалентних математичних моделей верхніх меж «смуг забування» для людей з відмінною, доброю, середньою, поганою та дуже поганою пам'яттю і створено Python-програми для реалізації розробленого методу ідентифікації, а також запропоновано алгоритм віднесення конкретних людей до однієї із «смуг забування», визначених авторами для людей з відмінною, доброю, середньою, поганою та дуже поганою пам'яттю.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мокін Б. І. Математичні моделі процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни на фазовій площині / Б. І. Мокін, А. В. Пислярова, Ю. В. Мокіна // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010. – № 5. – С. 109–112.
2. Мокін Б. І. Дослідження характеру особливих точок на фазовій площині процесу засвоєння студентом програми навчальної дисципліни / Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, А. В. Пислярова // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010. – № 6. – С. 108–113.
3. Мокін Б. І. Дослідження на фазовій площині процесу засвоєння програми навчальної дисципліни студентом середніх здібностей / Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, А. В. Пислярова // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2010. – № 3. – С. 40–49.
4. Дослідження на фазовій площині процесу засвоєння програми навчальної дисципліни здібним студентом [Електронний ресурс] / Мокін Б. І., Мокіна Ю. В., Пислярова А. В. // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2011. – № 1. Режим доступу до журн.: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/243>
5. Мокін Б. І. Фазова площина в якості простору моделювання процесу засвоєння навчальної дисципліни та її особливі

точки / Б. І. Мокін // Педагогічна і психологічна науки в Україні. Том 5 (до 20-річчя НАПН України. – Київ, 2012.

6. Мокін Б. І. Дослідження впливу синергетичної складової у математичній моделі процесу засвоєння студентом навчальної дисципліни / Б. І. Мокін, А. В. Пислярова, О. Б. Мокін // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2013. – № 2. – С. 9–14.

7. Мокін Б. І. Синергетичний ефект у процесі засвоєння студентом навчальної дисципліни / Б. І. Мокін, А. В. Пислярова // Вища освіта України: теоретичний та науково-методичний часопис. – 2013. – № 2. – С. 144–149.

8. Мокін Б. І. Підвищення ступеня адекватності моделі процесу забування знань / Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 4. – С. 116–121.

9. Мокін Б. І. Удосконалення ймовірнісної математичної моделі процесу забування інформації, отриманої студентом на лекції / Б. І. Мокін, О. О. Войцеховська // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2019. – № 4. – С. 49–57.

10. Войцеховська О. О. Моделювання процесу оцінювання інтелектуального стану суспільства / О. О. Войцеховська, Б. І. Мокін, Д. О. Шалагай // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2019. – № 5. – С. 49–55.

11. Войцеховська О. О. Системна трансформація математичної моделі процесу забування знань, отриманих студентом на лекції, та спосіб її ідентифікації / Б. І. Мокін, О. О. Войцеховська // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2020. – № 2. – С. 50–57.

12. Войцеховська О. О. Адаптація методики чіткого оцінювання якості знань в галузі інформаційних технологій, отриманих в онлайн-режимі, на нечітких моделях процесів їх засвоєння / О. О. Войцеховська, Б. І. Мокін, О. Б. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2021. – № 1. – С. 57–69.

**Мокін Борис Іванович** – академік НАПН України, д-р техн. наук, професор, професор кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: borys.mokin@gmail.com.

**Войцеховська Ольга Олександрівна** – PhD, старший викладач кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: olgav1085@gmail.com.

**Пасєка Богдан Володимирович** – аспірант кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bogdanpaseka2000@gmail.com.

**Шалагай Дмитро Олександрович** – інженер-проектувальник ТОВ "Промавтоматика Вінниця", м. Вінниця, e-mail: d.shalagai@gmail.com.

**Mokin Borys I.** – Academician of NAPS of Ukraine, Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: borys.mokin@gmail.com.

**Voitsekhovska Olha O.** – PhD, Senior Lecturer of the Department of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olgav1085@gmail.com.

**Pasieka Bohdan V.** – Post-Graduate Student of the Department of System Analysis and Information Technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogdanpaseka2000@gmail.com.

**Shalagai Dmytro O.** – design-engineer Ltd "Promavtomatika Vinnytsia", Vinnytsia, e-mail: d.shalagai@gmail.com.