

теорія, практика : колект. моногр. / за ред. О. А. Кучерук. Київ : КНТ. 2016. С. 134–153.

6. Словник іншомовних слів / уклад.: С. М. Морозов, Л. М. Шкарапута. Київ : Наук. думка. 2000. 680 с.

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПАМ'ЯТІ

Пріснякова Л. М.

кандидат психологічних наук, доцент,

завідувач кафедри психології

Дніпровський гуманітарний університет

м. Дніпро, Україна

Варакута М. Л.

викладач кафедри психології

Дніпровський гуманітарний університет

м. Дніпро, Україна

Якщо питання загального вивчення пам'яті достатньо повно висвітлені в літературі, то питання математичного моделювання пам'яті розглядаються значно рідше. Відомі різні підходи до побудови математичних моделей переробки інформації пам'яттю. Вперше так званий індуктивний метод стосовно психології та педагогіки застосував Г. Фехнер в 1860 р. Сутність цього методу полягає в тому, що дослідник в силу своїх теоретико-філософських поглядів приймає одні змінні в якості вхідних і експериментує, варіюючи в діапазоні їх значень, який представляє для нього інтерес. Отримані в результаті експерименту дані апроксимуються найбільш придатною аналітичною функцією. Недоліком даного методу є необхідність у великій кількості експериментальних даних, що охоплюють

можливий діапазон умов підготовки та режимів роботи, що мають місце на практиці.

Найбільш поширеним методом опису результатів експерименту навчання є «крива навчання», тобто графік, який зображує, як в умовах заданого експерименту від проби до проби змінюються характеристики учня або групи учнів. У якості "функції навчання" пропонувалися найрізноманітніші аналітичні функції, в тому числі гіпербола, функція експоненціального зростання, арктангенс. Однак жодна з цих функцій не була отримана на основі фундаментальної теорії навчання.

О. Щукарєвим було виведено наступне рівняння (формула 1) [2]:

$$y = a - be^{-cn}, \quad (1)$$

де y – усвоєння, обумовлене числом вірних відтворень за одиницю часу;

n – число випробувань за одиницю часу;

a – межа освоєння при $n \rightarrow \infty$; b і c – константи.

Т. Робертсоном було запропоновано рівняння вигляду (формула 2):

$$y = \frac{be^{An}}{c + e^{An}}, \quad (2)$$

де y – усвоєння; n – число випробувань за одиницю часу;

$A = ab$, a , c – константи; b – межа освоєння при $n \rightarrow \infty$.

Л. Терстоун запропонував наступну формулу 3 (так званий гіперболічний закон навчання) [1]:

$$y = \frac{a(n+c)}{(n+c)+b}, \quad (3)$$

де y – усвоєння;

n – кількість випробувань;

a і c – константи;

b – швидкість навчання.

В міру накопичення дослідних даних процесу навчання стали розробляти моделі, що спираються на певні гіпотези щодо

залежності між змінними, що характеризують умови навчання з подальшими математичними перетвореннями. З розвитком цього напрямку автори прагнули збільшити число використовуваних параметрів, враховуючи тим самим більше особливостей процесу переробки інформації пам'яттю.

Подальший розвиток застосування математичних методів до дослідження проблем навчання пов'язаний з роботами К. Халла. Він ввів змінну, яку назвав «силою навички» [3]. Вона виражається формулою 4:

$$H_{RS} = M(1 - e^{-bx}) \quad (4)$$

де H_{RS} – «сила навички», або асоціативна змінна, яка пов'язує стимул і реакцію;

M – асимптотичне значення «сили навички»;

b – параметр, який виражає швидкість навчання;

n – кількість учбових спроб за одиницю часу.

У 40–50-ні роки 20-го століття в психології почало складатися уявлення про навчання як про стохастичний процес. Г. Бушем і Ф. Мостеллером були сформульовані так звані стохастичні моделі навчання. Для теорії навчання особливо важливим було зосередження уваги на ймовірностях подій, послідовних ефектах і подання даних у вигляді ланцюгів Маркова [6].

В. Естес, К. Берк, Дж. Міллер та інші розробляли подібні стохастичні моделі, які отримали назву «лінійні моделі навчання». При побудові цих моделей вводиться ймовірність p_n того, що учень, в n -му випробуванні дасть відповідь E . Альтернативою буде відповідь \bar{E} . Відповідно, ймовірність того, що учень у n -му випробуванні дасть відповідь \bar{E} дорівнює $1 - p_n$. У кожному випробуванні учень дасть відповідь, отримуючи при цьому підкріплення, наприклад, вгадує правильну відповідь. У залежності від підкріплювальної події E_i в n -ому випробуванні змінюється ймовірність відповіді в $n+1$ -му випробуванні (формула 5) [10]:

$$p_{n+1} = a_j p_n + b_j, \quad (5)$$

де a_j і b_j – збільшують або зменшують ймовірність відповіді. Ці параметри залежать від того, підкріплює подія E_j відповідь E або \bar{E} .

Моделі К. Халла і Л. Терстоуна інтерпретуються в термінах стохастичних моделей. Так, модель К. Халла набуває вигляду (формула 6) [9]:

$$p_{n+1} = p_n + (1 - \alpha)(1 - p_n), \quad (6)$$

де p_n – ймовірність отримання навички (або вірної відповіді) в n -ому випробуванні; $\alpha (0 < \alpha < 1)$ – константа.

Рівняння Л. Терстоуна має наступний вигляд (формула 7) [7]:

$$p_n = \frac{n-1}{n-1+b}, \quad (7)$$

де b – швидкість навчання.

Л. Постман запропонував формулу, яка дозволяє оцінити показник остаточного впізнання (формула 8) [5]:

$$R = (B - (M/(n-1))) \times 100\%, \quad (8)$$

де R – показник остаточного впізнання,

B – число вірних впізнань,

M – число помилкових пізнань,

n – загальне число пред'явлень.

Формула Е. Хілкарда дозволяє отримати величину відносного збереження інформації при вивченні процесів збереження і забування з часом (формула 9) [8]:

$$E_c = (100(Ea - Ez) / (Ea - j)), \quad (9)$$

де E_c – відносне збереження,

Ea – число випробувань при заучуванні

Ez – число випробувань при повторному заучуванні

j – число правильних випробувань, які відповідають критерію освоєння (воно дорівнює 1, якщо цим критерієм є перше безпомилкове відтворення).

Подальший розвиток математичні моделі отримали в роботах Р. Аткинсона, Г. Бауера, Е. Кротерса. Незважаючи на те, що до теперішнього часу розроблено велику кількість різних підходів до моделювання процесу навчання, існує необхідність використання нових математичних моделей і методів. До них відносяться методи статистичної теорії навчання і контролю знань, методи теорії стохастичних процесів, які можна використовувати при обробці результатів контролю, при плануванні навчання, при прогнозуванні навчання, а також ці методи можна покласти в основу створення сучасних автоматизованих систем навчання і контролю знань.

Найбільш відомі в цій галузі роботи О. П. Свірідова [2]. Використовуючи методи статистичної теорії навчання і контролю знань можна встановити зв'язок між потоком навчального матеріалу, його засвоєнням і забуванням. Нехай в момент часу $t = 0$ інформація сприйнята учнем, а при $t > 0$ йому задається питання з цього матеріалу. Якщо в момент $t = t$ учень дає неправильну відповідь на це питання, то τ відповідає часу забування. Передбачається, що час τ – безперервна випадкова величина з функцією розподілу (формула 10):

$$P(t) = P\{\tau < t\} \quad (10)$$

У випадку експоненціального розподілу (формула 11):

$$P(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (11)$$

де λ – інтенсивність забування.

Середній час забування дорівнює $1 / \lambda$.

Для опису процесу забування, крім експоненціального розподілу використовуються також:

– Розподіл Вейбулла (формула 12):

$$P(t) = 1 - \exp\left(-\frac{\lambda t^{\alpha+1}}{\alpha+1}\right) \quad (12)$$

– Розподіл Ерланга (формула 13):

$$P(t) = 1 - \sum_{r=0}^{a-1} \frac{(\lambda t)^r}{r!} e^{-\lambda t} \quad (13)$$

Слід відзначити, що діада «інформація – час» є провідною у визначенні пам'яті і дискусатбельною в психології. Виділення інформаційно-часових властивостей пам'яті як опорних для її моделювання спонукає до пошуку експериментальних даних, що вказують перш за все на загальний клас функцій, що пов'язують кількість інформації, яка міститься в сховищі, з часом її накопичення, зберігання та вилучення. Вкажемо на деякі з відомих у психології залежностей між об'ємними та часовими параметрами мнемічних процесів.

Дослідження процесів навчання дозволили виявити, що результати багатьох експериментів, які перевіряють зв'язок між інформаційними і часовими змінними в ході навчання, задовільно апроксимуються експоненційною функцією (формула 14):

$$y = y / \max / [1 - \exp(-kt)], \quad (14)$$

де y – сила навички (зокрема, обсяг заученого матеріалу);

y / \max / -верхня межа сили навички;

t – кількість випробувань (часовий показник);

k – константа, яка визначає швидкість навчання.

Г. Еббінгауз, а пізніше і його послідовники визначили забування як логарифмічну функцію часу (формула 15):

$$y = k (c \log t), \quad (16)$$

де y – обсяг зберігається матеріалу;

k і c – експериментальні константи.

У законі Хіка час латентного періоду диз'юнктивної реакції T/p описується виразом (формула 17):

$$T/p = a + b \log c/y, \quad (17)$$

де a і b – константи;

y – довжина алфавіту сигналів, з якого проводиться вибір при впізнанні сигналу (обсяг слідів в пам'яті).

Таким чином, у всіх розглянутих випадках інформація і час, що виступають атрибутами математичних процесів, пов'язані елементарними взаємо-зворотними функціями: показовою і логарифмічною.

У 1990 Пріснякова Л.М. [4] запропонувала універсальний критерій (формула 18):

$$P = \Phi/RT, \quad (18)$$

де Φ – кінцеве значення інформації, яке зберігається в пам'яті достатньо великий проміжок часу;

R – кількість інформації, яка надійшла;

T – постійна часу.

Цей критерій визначає стандарт інформації, який зберігається невизначено довго в пам'яті та широко використовується в розрахунках не тільки процесів пам'яті, але і інших психічних процесів.

Крім того в своїх дослідженнях Пріснякова Л.М., Прісняков В.Ф. та їх учні [4] ґрунтувались на представленні Р. Клацкі, який до сфери пам'яті відносить сприйняття і на учіння і розглядає пам'ять як інформаційну систему, безперервно зайняту прийомом, переробкою, збереженням і відтворенням інформації. Автори розробили математичну модель, яка описує процеси запам'ятовування, заучування, навчання, забування інформації. Беручи за основу аксіоматичний підхід, Л. М. Пріснякова виходить з уявлення про пам'ять, як «чорний ящик», до якого із заданим темпом входить інформація, переробляється там і частково йде з нього. Крім того, представляючи пам'ять нестационарним динамічним процесом, автор в якості його незалежної змінної визначає час (надходження і зберігання інформації). У якості вихідних величин можуть бути будь-які суб'єктивно-цілісні утворення – обсяг інформації, швидкість (темп) її надходження, швидкість (темп) її засвоєння, кількість операцій (повторень), кількість помилок, питань, відповідей, складів, слів, бальних оцінок і т.і.

Суть моделі ТПП (теорія переробки інформації пам'яттю), запропонованої автором [4] полягає в тому, що в пам'яті

в «поточний момент часу τ знаходиться I одиниць інформації. За одиницю інформації приймається будь-яке суб'єктивно-цілісне утворення, яким може бути склад, слово, цифра, стимул і т.і.». Рівняння збереження потоку інформації представлено автором наступним чином (формула 19):

$$dI/d\tau = R - (I - \Phi)/T, \quad (19)$$

де I – обсяг інформації;

τ – поточний час;

R – темп (подачі, прийому, забування) інформації;

Φ – кінцеве значення інформації, що зберігається в пам'яті після закінчення досить великого проміжку часу.

Завдяки цій математичній моделі здійснено побудування кривих навчання й забування інформації різного рівня складності і отримання постійних часу навчання й забування. Крім того, завдяки моделі, автор [4] отримала взаємозв'язок часових і особистісних характеристик, залежності емоційної напруги і успішності навчання та надається широке поле діяльності для досліджень і моделювання залежностей когнітивних процесів від інших психічних явищ.

Література:

1. Занков Л. В. Память школьника: ее психология и педагогика. Москва : Учпедгиз, 1944. 127 с.
2. Клацк Р. Память человека: Структуры и процессы. Москва : Мир, 1978. 316 с.
3. Овчарова Р. В. Справочная книга школьного психолога. 2-е изд., дораб. Москва : «Просвещение», «Учебная литература», 1996. 352 с.
4. Присняков В. Ф., Приснякова Л. М. Модель процесса удержания информации в памяти человека. *Психологический журнал*. 1984. Т. 5. № 4. С. 29–36.
5. Присняков В. Ф. Приснякова Л. М. Очерки теоретической психологии. Днепропетровск : ДГУ, 1990. 49 с.
6. Серeda Г. К. Проблемы памяти и обучения. *Вопросы психологии*. 1967. № 1. С. 115–126.

7. Хофман І. Активна пам'ять: Експериментальні дослідження і теорії людської пам'яті. Москва. 1986. 168 с.
8. Broadbent D.E. Perception and communication. N.V. London : Pergamon Prese, 1958. 354 p.
9. Prisniakov V. F., Prisniakova L. M. Mathematical modeling of Processing of Training Asnimals to Recognize Time Intervals. Proc. of Fifth European Congress of Psychology. Rep. № 909. Dublin (Ireland). 1993.
- 10. Prisniakov V. F., Prisniakova L. M. Modeling Psychological Characteristics. First European Congress of Psychology. Amsterdam (The Netherland). 1989.

USE OF MODERN INTERNET RESOURCES IN THE CONDITIONS OF DISTANCE EDUCATION

Redkina M. A.

Candidate of Pedagogical Sciences,

Senior Teacher of the Football Department

Ukrainian State Pedagogical University Mykhailo Drahomanov

Kyiv, Ukraine

The development of information and communication technologies, the global Internet network created the possibility of access to gigantic volumes of information, its preservation [1].

Distance learning solves the problem of training and advanced training of specialists at a distance at any time.

The creation of software and technical means plays a special role in the implementation of distance learning.

The work of the teacher, methodologist on the scientific and methodological support of education acquires a significant role. For this, it is necessary to solve a number of problems: determination of the content of training in accordance with the didactic properties