

УДК 801.675.2

DOI 10.18372/2786-5495.1.17786

Момот Володимир 

кандидат фізико-математичних наук,
доктор економічних наук, професор,
професор кафедри інноваційного менеджменту та фінансової аналітики,
Університет імені Альфреда Нобеля,
м. Дніпро, Україна

vmomot@duan.edu.ua

Литвиненко Олена 

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри інноваційного менеджменту та фінансової аналітики,
Університет імені Альфреда Нобеля,
м. Дніпро, Україна

elena_litvinenko@duan.edu.ua

ДИНАМІЧНІ ЕФЕКТИ КОНЦЕНТРАЦІЇ УВАГИ СТУДЕНТІВ ЗА УМОВ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

***Анотація.** Розглядається зміна концентрації уваги студентів під час дистанційних лекцій. Вивчаються ефекти впливу мови викладання, мотивації студентів, їхньої суб'єктивної оцінки корисності одержуваних знань, а також внесок ораторських якостей викладача (тембру, сили голосу, зміни темпу та гучності мовлення). З використанням основних психофізичних законів побудовано двовимірний психологічний простір та на основі описання ефектів концентрації та розсіювання (дисипації) уваги запропоновано математичну (феноменологічну) модель динаміки уваги залежно від гучності й тембру, проведено її ідентифікацію на основі опрацювання масштабних емпіричних даних з практики діяльності Університету імені Альфреда Нобеля. Окремо розглянуто проблеми подальшого розвитку уявлень про будування*

багатовимірного психологічного профілю, де відбувається зовнішнє збудження. Отримано дані щодо впливу мови навчання на динамічні ефекти концентрації уваги студентів, а також розглянуто механізми впливу інших факторів, що знаходяться за межами психологічного профілю. Проведені статистичні порівняння емпіричних даних, що отримані за різних умов, на основі яких зроблений висновок, що перехід на англійську мову викладання об'єктивно призводить до подовження періоду концентрації уваги студентів під час занять у дистанційній формі.

Ключові слова: дистанційне (онлайн) навчання, агресія проти України, психофізичні закони (закони Вебера-Фехнера та Стівенса), психологічний профіль, статистична феноменологічне моделювання, генерація та розсіювання уваги.

Annotation. *The article examines changes in students' concentration during distance lectures. The effects of the language of instruction, students' motivation, as well as their subjective assessment of the usefulness of the knowledge they receive, and the contribution of the teacher's oratorical qualities (timbre, voice power, changes in the pace and volume of speech) are studied. Using the basic psychophysical laws, a two-dimensional psychological space is constructed and based on the description of the effects of attention generation and dissipation, a mathematical (phenomenological) model of the dynamics of attention depending on volume and timbre is proposed, and its identification is carried out based on processing large-scale empirical data of the Alfred Nobel University. The problems of further development of ideas about the construction of a multidimensional psychological profile where external arousal occurs are separately considered. The data on the influence of the language of instruction on the dynamic effects of students' concentration are obtained, and the mechanisms of influence of other factors outside the psychological profile are considered. Statistical comparisons of empirical data obtained under different conditions are carried out, based on which it was concluded that the transition to English as the language of instruction*

objectively leads to a lengthening of the period of concentration of students' attention during distance learning.

Key words: *distance (online) learning, aggression against Ukraine, psychophysical laws (Weber-Fechner and Stevens laws), psychological profile, statistical phenomenological modeling, attention generation and dissipation.*

Вступ та актуальність дослідження. Питання впливу різноманітних факторів на динаміку уваги студентів під час проведення занять у дистанційній формі є надважливими на етапі, що наразі переживає вітчизняна система освіти. Дійсно, навіть за відносно «м'яких» умов COVID-карантинів 2020-2021 років, здобувачі вищої освіти скаржилися на численні об'єктивні та суб'єктивні чинники, що заважають сконцентрувати увагу на процесі безпосереднього викладання під час знаходження у власній домівки. Численні опитування, що проводилися у той період свідчать, що саме ці фактори студенти ставили на перші місця у «рейтингу» перешкод навчанню, які пов'язані з переходом до дистанційної форми.

Після початку вторгнення думки про війну, міркування про власну безпеку та безпеку близьких стали постійним психологічним тлом, на якому протікає увесь навчальний процес. Це не могло не зробити негативний відбиток на процесах концентрації уваги студентів під час дистанційного проведення занять. Саме ці фактори наразі цілком визначають навчальну поведінку, навіть якщо деякі здобувачі вищої освіти знаходяться за кордоном або перебувають у відносній безпеці у західних регіонах України.

Тому детальне вивчення ефектів їх впливу на динаміку уваги студентів під час проведення занять у дистанційній формі дозволить більш ефективно організувати навчальний процес, запобігти перешкодам нетехнічного, морально-психологічного характеру й зміцнити партнерські стосунки між здобувачами вищої освіти й викладачами, що є важливою передумовою отримання якісних та сучасних знань і навичок.

Мета статті – розкрити динамічні ефекти концентрації уваги студентів за умов дистанційної форми навчання під час воєнного стану.

Постановка задачі у загальному вигляді. Враховуючи вищенаведене, до завдань даного дослідження слід віднести:

- вибір належної математичної моделі динаміки уваги студентів, що враховує вплив різноманітних відволікаючих зовнішніх та внутрішніх факторів;
- проведення представницьких емпіричних досліджень процесів концентрації уваги студентів під час дистанційного викладання;
- розробка рекомендацій щодо вдосконалення процесу дистанційного навчання за умов впливу відволікаючих факторів, що пов'язані з умовами війни та воєнного стану.

Методологія дослідження. Стосовно методів проведення досліджень, то їх можна розділити на дві групи: по-перше, це пряме спостереження під час накопичення емпіричного матеріалу та його первинна статистична обробка; по-друге, це математичне моделювання на базі вирішення такт званої некоректної задачі, коли на основі заздалегідь заданої математичної форми певного закону та емпіричних даних встановлюються конкретні значення параметрів цього закону, що відповідають ситуації, котру було досліджено емпірично, після чого отриману форму закону використовують для проведення узагальнень та пояснень. Крім того, для будування сонограм голосу викладача під час викладання використовувався класичний спектральний аналіз на базі тріальної версії пакету Steinberg Cubase v. 12. У якості інструментів статистичної обробки та математичного моделювання були використані пакети прикладних програм математичної статистики SPSS v. 29.0 (тріальна версія) та платформа проведення математичних розрахунків Wolfram Cloud (безкоштовний доступ) відповідно.

Викладення основного матеріалу дослідження. Процеси сприйняття реальності, динаміка уваги, що її людина приділяє різним подразнюючим факторам була фокусом уваги психологів та фізіологів з досить давніх часів,

коли були започатковані основи психофізики, як окремої галузі знань. Ще у XIX столітті було запропоноване твердження, котре й наразі розцінюється як «основний психофізичний закон» сприйняття (закон Вебера-Фехнера, 1860 рік [4], що встановлює логарифмічну залежність між інтенсивністю подразника та величиною суб'єктивного відчуття:

$$Y = k \cdot \ln \frac{S}{S_0} \quad (1)$$

де Y – суб'єктивна величина (потужність) відчуття,
 S – величина (інтенсивність) подразника (стимулу),
 S_0 – порогове значення подразника (стимулу),
 k – константа, що визначається емпірично.

Якщо закон подати у графічному вигляді (рис. 1, для $k=0,1$ й $S_0=0,3$, що є суто ілюстративним), то логарифмічна крива прагнучиме області, яку характеризує остаточна адаптація людини до впливу стимулу. У фізіології це відповідає поняттю порогу (наприклад, больового, якщо йдеться про больовий вплив), коли зміна потужності стимулу S вже не призводить до адекватної оцінки цієї зміни – ця зміна практично ігнорується людиною.

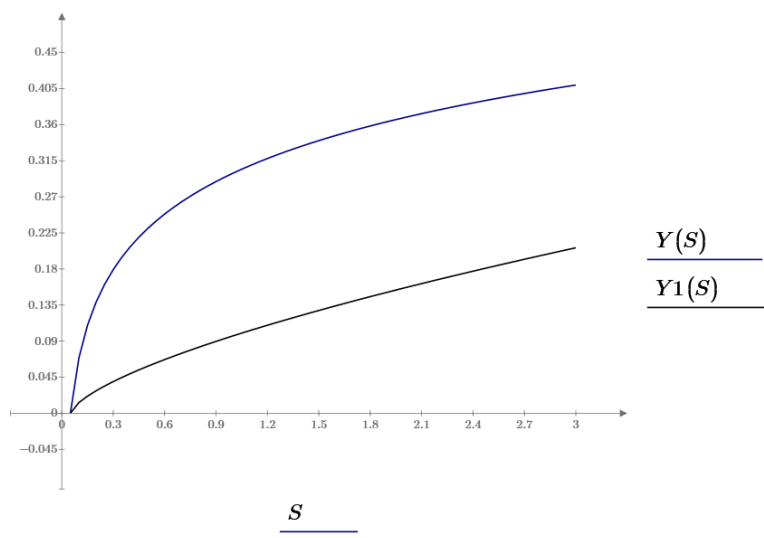


Рис. 1. Графічна інтерпретація законів Вебера-Фехнера та Стівенса (ілюстративний графік)

Але, значно пізніше, наприкінці 50-х років минулого століття американській психолог Стенлі Стівенс сформулював гіпотезу щодо степеневій

залежності сили відчуття від інтенсивності стимулу, яку можна представити у вигляді:

$$Y_1 = k \cdot (S - S_0)^n \quad (2)$$

де n – показник ступеню закону Стівенса, що визначається емпірично для різних збуджувачів [1].

Графічну інтерпретацію закону Стівенса для порівняння обох законів також подано на рисунку 1 для $n=0,67$ (до речі такий показник ступеню закону Стівенса відповідає випадку, коли роль збуджуючого фактору відіграє людський голос). Видно, що крива для закону Стівенса на відміну від закону Вебера-Фехнера характеризується монотонним зростанням, тобто не має певного порогу, де відбулася б остаточна адаптація та людина припинила реагувати на збуджуючий фактор. Головна перевага закону Стівенса полягає у тому, що показник ступеню, котрий визначається емпірично, може суттєво відрізнятись, наприклад для удару електричним струмом цей показник дорівнює 3,5, що відповідає дуже швидкому зростанню збудження.

До речі, це – дуже цікавий момент, що свідчить про певну обмеженість всіх первинних психофізичних законів.

Дійсно, будь який досвідчений викладач, актор, шоумен чудово розуміє, що не тільки потужність голосу відіграє роль ефективного збуджувача уваги, але й темп, зміна темпу, зниження гучності мовлення теж можна дуже вдало використовувати для збереження уваги аудиторії. Натомість закон Стівенса вказує на те, що навіть дуже значне зростання гучності (нагадаємо – показник ступеню n для невисокого чоловічого голосу у законі Стівенса дорівнює 0,67) може викликати досить помірне зростання уваги. Тобто первинні психофізичні закони не враховують ефектів «внутрішнього резонансу», коли зміна зовнішніх чинників навіть у напрямку, протилежному «необхідному» за законам викликає неочікуваний відклик у формі збільшення уваги, або увага збільшується взагалі на «рівному місці», без задіяння чинників, які вимагають закони. Отже можна стверджувати, що існує певний психологічний простір, що є відображенням реального фізичного, у якому відбуваються резонанси внутрішніх та зовнішніх

чинників, що спонукають зміну уваги слухачів. Доречи це опосередковано визнавав й Стівенс у своїй класичній роботі [1], вказуючи на те, що лише підбирав належну форму апроксимації, узагальнюючі дані інших дослідників та не роблячи спроб щодо пояснення глибинних механізмів дії факторів, даними щодо яких він користувався.

До речі, ці міркування вже можуть бути використані у якості рекомендацій викладачам, що здійснюють дистанційне викладання під час воєнного стану – про обмеженість використання гучності голосу, як подразнювача для повернення/відновлення уваги. Враховуючи той факт, що через недостатню ємність каналу зв'язку здобувачі, що знаходяться в Україні, досить часто користуються лише аудіо каналом, - треба завжди пам'ятати, що викладач має засвоїти інші прийоми керування увагою, ніж потужність голосу.

Слід зауважити, що суперечки щодо коректного математичного відображення зв'язку потужності суб'єктивних відчуттів (насамперед уваги) від інтенсивності стимулів, що реалізується за умов відволікаючих факторів різної природи, тривають і до сих пір.

Незважаючи на те, що закони Вебера-Фехнера та Стівенса все ще вважаються провідними у психофізиці, у якості їх критики та, враховуючі вищенаведені міркування, слід відмітити той факт, що обидва ці підходи відображають лише поступовий процес зміни уваги у міру зростання потужності окремого зовнішнього збуджуючого фактору, котрий має виключно фізичну природу, та не передають можливості спонтанного спалаху уваги, який може бути пов'язаний з мотивацією, дисциплінованістю, свідомістю або силою волі особи, що у досліджуємій ситуації бере участь у навчальному процесі.

Окрім того, обидва закони не включають час, як потужний діючий фактор, тобто не в змозі відобразити згасання уваги у міру віддалення від моменту дії зовнішнього або внутрішнього збуджувача.

Тому вже у 90-х роках для моделювання динаміки уваги людини були розвинуті підходи, що намагалися уникнути зазначених недоліків. Досить природно було те, що вказані підходи почали використовувати час у якості

однієї зі змінних та базувалися на виразах, що схожі рівняння кривої нормального розподілу, широкоживаної у теорії вірогідності та математичній статистиці. У найбільш загальному вигляді відповідний закон для інтенсивності уваги можна представити у наступному вигляді:

$$Y_2(x, t) = \frac{\mu}{\sqrt{2\pi D(t)}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2D(t)}} \quad (3)$$

де t – час,

μ – коефіцієнт інтенсивності уваги (коефіцієнт уважності),

D – дисперсія (згасання) уваги, що залежить від часу [2].

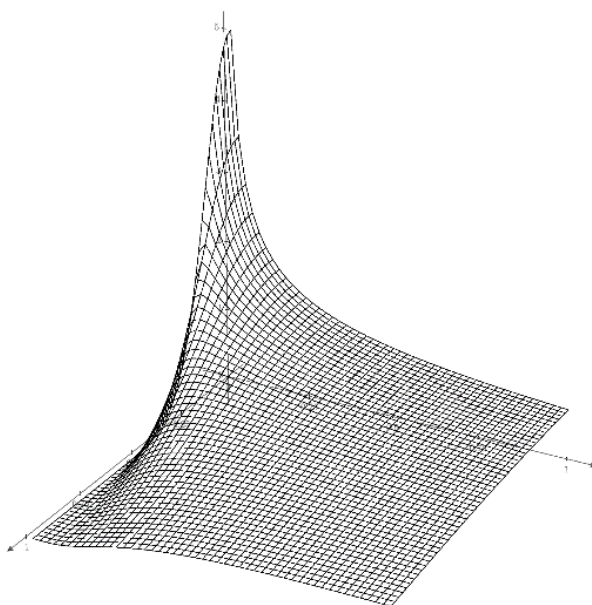


Рис. 2. Графічна інтерпретація закону для інтенсивності уваги у формі (3) для $D(t)=t$, що відповідає прямій пропорційності загасання до часу

Формулу (3) візуалізовано на рисунку 2 у прагненні показати її просторовий та часовий виміри. Видно, що відповідне до закону (3) інтенсивність уваги досить швидко спадає за часом, так має високі значення уздовж осі x тільки у близькості до «точки прикладення» збуджуючого фактору. При цьому, у [2] природа такого фактору окремо не визначається та не наведені результати емпіричних досліджень для визначення специфічних характеристик, таких як наприклад потужність піку уваги у залежності від умов у зовнішньому середовищі. Не наведено навіть інтерпретацію «просторової» координати x у психологічному просторі.

Позиція авторів щодо цього питання та, відповідно, вибір математичної моделі динаміки концентрації уваги студентів під час дистанційного викладання, полягає у тому, що перевагу слід віддати феноменологічним моделям, що передають (відображають) сутність ефектів впливу різноманітних факторів на процес, що вивчається на підставі аналогії з певними фізичними, хімічними або природними процесами, для яких в науці існують точні математичні наближення. Реалізація такої ідеології досить часто дозволяє вивчати дуже складні економічні, суспільні та психологічні процеси чи явища, для яких неможливо створити точне та повне математичне описання. У той же час недоліком такого підходу є те, що він дозволяє аналізувати тільки ті ефекти й феномени, стосовно яких аналогія є коректною. Незважаючи на це обмеження математична модель динаміки уваги студентів, що враховує вплив різноманітних відволікаючих факторів, у даній роботі буде побудована саме на основі цього підходу.

Слід зауважити, що протягом 2-ї декади XXI-го століття вже було запропоноване феноменологічну модель, яка описує процес зміни густини уваги відповідне до впливу різноманітних подразнюючих та відволікаючих факторів, яка базується на гіпотезі про те, що результуюча зміна у часі густини уваги I у психологічному просторі Ω , яка відбувається у наслідку дії одиничного імпульсу s , є наслідком балансу між концентрацією та дисипацією [3]. І відповідно, диференціальне рівняння моделі, що було запропоновано, являє собою суперпозицію між рівнянням концентрації та дифузії. Вона має наступний вигляд:

$$I_t = -\frac{\alpha}{\varphi^2 t^2} \Delta I + \frac{k(\varphi)t}{\alpha^2} \Delta I \quad (4)$$

де t – час,

α – постійний позитивний коефіцієнт, що має розмірність часу,

φ – інтенсивність подразнюючого фактору, що має фізичну розмірність, яка відображає його природу,

k – оператор (рівняння), що пов’язує подразнюючий фактор з психологічною реакцією на нього,

Δ – Лапласіан (диференціальний оператор Лапласа).

Під психологічним простором Ω , де сформульоване рівняння (4), розуміється параметричний простір характеристик, де відбувається процес сприйняття, який вивчається. $\Omega = R^n$ є n -мірним лінійним простором, у якості точки котрого може бути представлений стимул, що сприймає людина. Наприклад, якщо мова йде про дистанційне викладання, яке здобувачі сприймають лише через аудіо канал, то координатою у одновимірному психологічному простором є шкала гучності голосу викладача, де збудження уваги виникає, коли ця гучність досягає певного рівню.

Можна також уявити собі двох- або навіть трьох-вимірний психологічний профіль, де додатковими розмірностями можуть бути темп мовлення та тембр голосу викладача. Тоді збудження буде відбуватися у тій точці простору, де усі три виміри утворюють певну оптимальну комбінацію, що відповідає максимальному збудженню уваги.

Можна уявити собі навіть більш складні психологічні простори, де у якості координат можуть виступати не абсолютні значення гучності, темпу чи тембру, а їх зміна.

Математична формалізація навіть дозволяє будувати комбіновані простори, де певні напрямки є абсолютними шкалами, а інші – відносними. Натомість, слід зауважити, що використання таких просторів на практиці потребує досить масштабних емпіричних досліджень, у ході яких потрібно константи для δ -функції уздовж кожного напрямку. Тобто оцінити гучність, темп розмови та тембр голосу, при яких настає найбільше збудження.

Найбільш важкою ця практична задача стає при переході у психологічному просторі до відносних координат – у цьому випадку вже потрібно визначити порогові значення змін вказаних параметрів, що призводять до максимального збудження слухачів.

Для замикання задачі (4) треба поставити граничну (цільову або фінальну) умову. Термін «цільова» або «фінальна» умова буде використовуватися тому, що цю умову треба сформулювати для моменту часу $t = +\infty$. Тобто її неможливо назвати «початковою», як це зазвичай робиться стосовно диференціальних рівнянь. Відповідно до [3] фінальна умова має наступний вигляд:

$$I_{k=0}(x, +\infty) = \delta(x - \xi) \quad (5)$$

де x – точка, що належить до психологічного простору $x \in R^n$,

ξ – точка, де діє стимул (точніше проекція цієї точки на психологічний простір, тому що стимул діє у фізичному просторі),

δ – дельта-функція Дірака.

Зрозуміло, що при $t < 0$, $I(x, t) \equiv 0$.

У даному дослідженні ми будемо використовувати саме це рівняння в межах постановки некоректної задачі, рішення якої має надати конкретний вигляд функцій $I(x, t)$ та $D(t)$, які забезпечуватимуть відповідність моделі (4) до емпіричних спостережень. Рівняння (4) має аналітичне рішення, що за формою співпадає з моделлю (3):

$$I(x, t) = \frac{1}{2\pi D(t)} e^{-\frac{(x-\xi)^2}{2D(t)}} \quad (6)$$

де

$$D(t) = \frac{2\alpha}{\varphi^2 t} + \frac{k(\varphi)}{\alpha^2} t^2 \quad (7)$$

яке й буде використовуватися для пояснення динамічних ефектів концентрації уваги, що реалізуються під час дистанційного викладання за умов воєнного стану.

Рішення (6)-(7) рівняння (4) з фінальною умовою (5) представляє собою процес, у якому увага спочатку концентрується у точці ξ психологічного простору Ω , де відбувається вплив подразнюючого фактору потужністю s , потім у певний момент часу t_m , що відповідає умові $D'(t)=0$ концентрація сягає максимуму, після чого накопичування уваги перетворюється на її згасання. Максимум функції $D(t)$ досягається у точці

$$t_{\max} = \alpha k^{-\frac{1}{3}}(\varphi)\varphi^{-\frac{2}{3}} \quad (8)$$

Внаслідок того, що рішення (6) має вигляд кривої нормального розподілу вірогідності, однією з властивостей рівняння (4) є закон збереження повної кількості уваги:

$$\int_{\Omega} I(x, t) d^n x = 1, \quad (9)$$

що математично виражає основну властивість уваги – селективність.

Як вже вказувалося, рішення (6)-(7) має форму, що є тотожною моделі (3), але параметри цього рішення мають вельми конкретний (специфічний) вигляд та є прямим посиланням на психологічний простір, де має відбуватися вивчення процесу збудження та загасання уваги.

Візуалізацію рішення (6)-(7) рівняння (4) з фінальною умовою (5) наведено на рисунку 3.

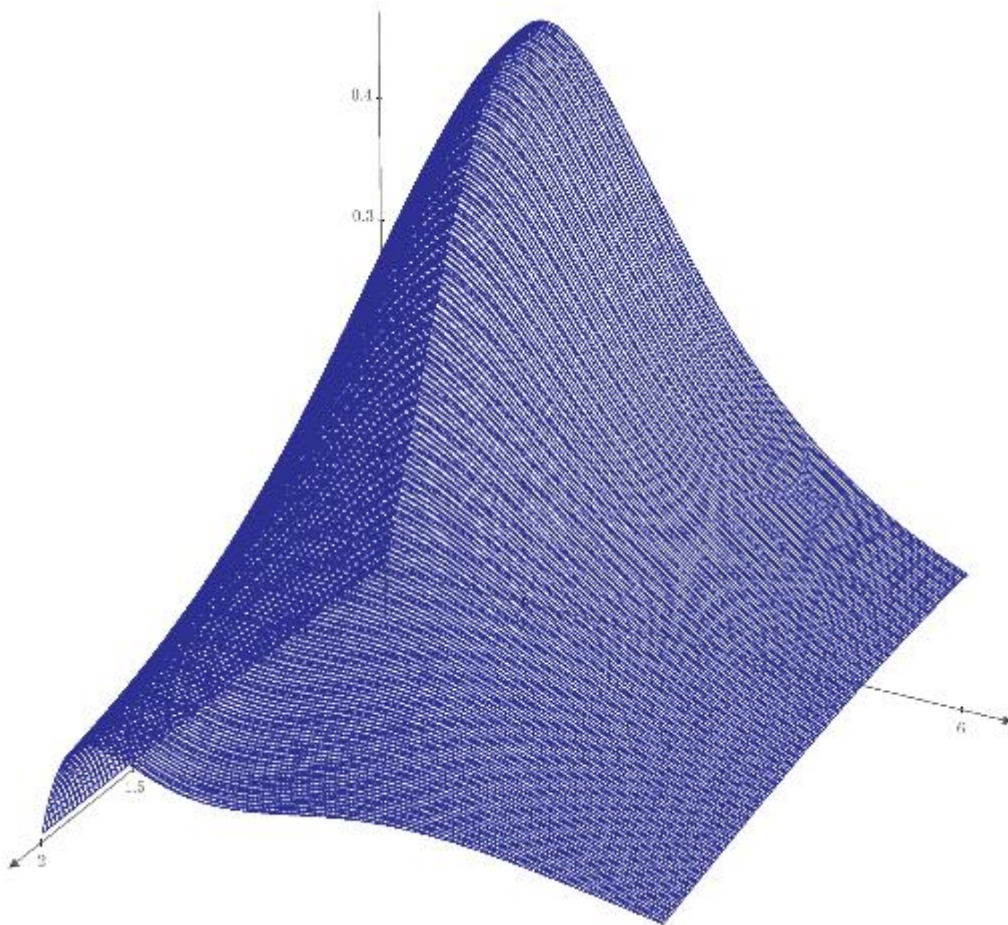


Рис. 3. Візуалізація рішення рівняння для інтенсивності уваги у формі (6)-(7)

Видно, що у порівнянні з поверхнею на рисунку 2 спостерігається поява «хвилі уваги» уздовж виміру психологічного профілю, в той час, коли для моделі (3) було характерне монотонне спадання.

Слід зауважити, що й модель (4) з граничними та фінальними умовами (5) не є вільною від недоліків. Наприклад, динаміка уваги у ній сприймається як така, що повністю визначається зовнішніми чи внутрішніми стимулами, котрі призводять до безпосереднього збудження та концентрації. У той же час важливі стимули, які вже були перераховані вище, такі як мотивація до навчання, сила волі, дисциплінованість, свідомість, розуміння корисності не обов'язково можуть бути описані на основі комбінованої моделі концентрації та розсіювання хоча б тому, що мають зовсім інший масштаб у часі, або не мають «імпульсного» характеру впливу, ще проектується на психологічний простір за допомогою δ -функції.

Можливим виходом з цієї ситуації може бути суперпозиція двох «паралельних» моделей концентрації-розсіювання, кожна з яких відповідає за власну групу факторів.

Крім того, врахування перелічених чинників можливе за рахунок модифікації констант у рівнянні (4), які б були скориговані відповідне до внеску постійно діючих факторів. Вірогідне таке коригування призведе до згладжування піків у рішенні (6)-(7), натомість згасання уваги стане повільнішим.

Але розробка коригованої моделі на основі такого підходу потребує значного обсягу емпіричних досліджень й може бути ускладненою завдяки впливу суб'єктивних факторів – свідомість, воля, розуміння корисності дуже відрізняються між індивідами, та сама їх інтерпретація індивідами носить суттєво особистісний характер.

«Феноменологічність» моделі (4) полягає у тому, що збудження між синапсами (нервовими закінченнями) розповсюджуються як у прямому, так й у зворотному напрямку – якщо нейрон А синаптичним шляхом збуджує сусідній

нейрон В, то останній може гальмувати дію на нейрон А (зворотне гальмування). У наслідку, збудження, передаючись до нейрону В, «залишає» нейрон А та «перетікає» від нейрона до нейрона.

Тобто у мозку відбувається багатостадійний процес зародження імпульсу (збудження), концентрація, а потім поступове розсіювання та згасання. Модель (4), яка за формою є рівнянням теплопровідності з додаванням компонента, що описує процес концентрації, таким чином надає змогу досліджувати баланс між цими ефектами під впливом різноманітних факторів.

Слід зауважити, що модель (4) не обов'язково повинна спиратися на психологічний простір, що має ту ж розмірність, що й фізичний. Навпаки, кількість вимірів психологічного простору може бути більшою, формально, – нескінченно великою. Це дає можливість включити до моделі внутрішні збуджувачі, такі як мотивація, сила волі, свідомість та ін. (перелік найбільш вірогідних факторів, що спричиняють внутрішній резонанс та різке зростання уваги був наведений вище). Але формальна простота інтеграції цих факторів до моделі не повинна бути оманливою – на практиці їх дуже складно виміряти. До того ж, зважаючи на те, що всі вони є внутрішніми, вони мають яскраво виражений індивідуальний характер та відклик на них не може бути узагальнений, універсалізований.

Наприклад розуміння корисності лекційного матеріалу здобувачем вищої освіти беззаперечно є потужним внутрішнім фактором, що спонукає його до уважного слухання навіть у випадку, коли увага повинна загасати з об'єктивних причин. Але таке розуміння може суттєво змінюватися між здобувачами, навіть може бути відсутнім у окремих осіб. Тому інтеграція такого фактору до моделі, розрахованої на аналіз значної кількості студентів, є майже неможливою.

Слід також зробити зауваження стосовно правомірності формулювання «фінальної умови» у формі (5). Цілком очевидне, що увага спадає значно швидше, ніж це може передати зазначена умова. Більш того, основний психофізичний закон Вебера-Фехнера (1) (рис. 1) передбачає, що існує певний рівень насичення, коли респондент майже перестає реагувати на збудження, як

це було зауважене вище. Тому для підвищення вірогідності моделювання на основі рівняння (4) з кінцевою умовою у формі (5) треба визначити реальний проміжок часу, протягом якого може існувати збудження завдяки певним факторам. Натомість це є досить складною задачею, що вимагає впровадження масштабних емпіричних досліджень.

Цікаве спостереження, що його зробив ще Стівенс у своїй класичній роботі (1957 рік), полягає у тому, що чутливість до збудження через аудіо канал залежить від тембру (високості) голосу. Підвищення тембру веде до підвищення показнику ступеню у формулі (2). Тобто жінки мають більші шанси бути почутими, ніж чоловіки, навіть якщо при викладанні використовується лише аудіо канал, завдяки тому, що жіночий голос має вищий тембр.

Зрозуміло, що найбільш цікавою та складною задачею є побудова й інтерпретація багатовимірного психологічного простору Ω , де відбувається зовнішнє збудження (чи самозбудження за рахунок внутрішніх чинників) та згасання уваги (також в наслідок дії розгалуженої системи зовнішніх та внутрішніх чинників) протягом навчального процесу.

Процес сполоху уваги досить добре відображає одинична δ -функція Дірака, що має ненульове значення виключено у визначеній точці простору. Ця функція відображає ефект резонансу у психологічному просторі, про який йшлося при критичному аналізі первинних психофізичних законів. За розповсюдження уваги у межах психологічного профілю відповідає негативний «дифузійний» член рівняння (2), за раптову генерацію та загасання у часі – позитивний «дифузійний» член цього рівняння. Для побудови психологічного простору, що відповідає завданням даного дослідження треба звернутися до законів Вебера-Фехнера (1) й Стівенса (2), що задають чутливість до сприйняття гучності та тембру голосу.

Вище, на основі співставлення цих законів було зроблене висновок, що людина є більш чутливою до зміни тембру голосу, ніж до зміни гучності – чим більше зміна частоти, тим краще (на довший період) концентрується увага.

Спектральний аналіз мовлення людини свідчить про те, що воно характеризується 3-4 головними частотами, перша з яких знаходиться біля 300 Hz, другу та третя – в межах 2-3 kHz, четверта, якщо існує – близько 5 kHz. Тобто людське мовлення є досить потужним натуральним збуджувачем. До речі, це пояснює той факт, що слухання музики й слухання мови суттєво різняться у сфері збудження уваги – мовлення більший збудник за рахунок більшої кратності головних частот звучання, тобто постійно відбувається більш потужний стрибкоподібний перехід у законі Вебера-Фехнера. Музика, навпаки характеризується так званими музичними інтервалами, найрозповсюдженішим з яких є терція, для якої властивий значно менший перепад частот ніж для мовлення. Саме тому музика досить часто сприймається у якості акустичного фону, у той час як голос постійно пригортає увагу навіть на рівні підсвідомості.

Слід зауважити, що на залучення уваги здобувачів також впливає мова викладання. У такого впливу є щонайменше дві складові – по перше, це необхідність більш уважно прислухатися до іноземної мови, яка існує для будь-якого рівню володіння нею. Це класичний якісний фактор, що досить погано піддається квантифікації, й відповідно його вплив буде вивчений лише емпірично на основі спостережень. У той же час вплив мови викладання також пов'язаний з різною частотною картиною говоріння – й це вже можна виміряти фізично та безпосередньо використовувати у запропонованій феноменологічній моделі (6)-(7).

Сонограми (амплітудо-частотні характеристики) власного мовлення на англійській мові, що були побудовані автором за допомогою ПЗ Steinberg Cubase v. 12 (є досить громіздкими та у роботі не наведені для економії обсягу), однозначно свідчать про те, що розмова іноземною мовою характеризується іншою частотною картиною, якій властивий значиме більший перепад частот.

Тобто, зважаючи на форму закону Вебера-Фехнера викладання англійською мовою є також більш потужним збуджувачем у психологічному просторі, що підлягає кількісному вимірюванню та феноменологічному моделюванню. Крім того, порівняльний аналіз сонограм голосів авторів додатково ще раз

підтвердило висновок, зроблений вище про те, що жіночий голос є більш потужним збуджувачем, ніж чоловічий, знов таки завдяки більшому перепаду головних частот.

Необхідно також відмітити, що період концентрації уваги для англomовної лекції триваліший в наслідок дії суб'єктивних чинників, які пов'язані з волею, кращою мотивацією та глибшим розумінням корисності у здобувачів, які зазвичай навчаються на англomовних програмах. Разом з тим, вивчення впливу цих факторів становить досить складну задачу, що вочевидь може бути вказана у якості напрямку подальших досліджень.

Слід також вказати на певний зворотній ефект викладання на іноземній мові, що його автори спостерігали під час класичного офлайн-викладання в аудиторії студентів з недостатнім рівнем володіння англійською.

Мовлення незрозумілою мовою викликає неусвідомлену реакцію, коли людина намагається «заглушити власне нерозуміння» та намагається досить гучно розмовляти на тлі розмови незрозумілою їй мовою. Як вже вказувалось, цей дуже дратівливий ефект автори спостерігали під час проведення занять для студентів, менш підготовлених у мовному плані.

І, насамкінець, слід зауважити, що поверхня, побудована в психологічному просторі «гучність-частота», є нестаціонарною. У залежності від констант у рівняннях (6)-(7) вона нагадує прапор, що «полощеться на вітрі». Але знов необхідно відмітити, що ідентифікація констант моделі (6)-(7) у широкому діапазоні умов викладання є незалежною задачею. У даному дослідженні ми обмежувалися визначенням таких констант для виключно дистанційного викладання за умов воєнного часу.

Емпіричні дані щодо процесу концентрації уваги студентів накопичувалися шляхом обробки реакцій студентів, що приймали участь у дистанційному навчальному процесі, організованому через платформу ZOOM. Дослідження тривали протягом весняного семестру 2021/2022 навчального року, після відновлення навчання у березні 2022 року та у 2022/2023 навчальному році. Загалом дослідженням було охоплено 668 студентів Університету імені

Альфреда Нобеля різних років навчання з 2442 здобувачів, що знаходяться на денній (стаціонарній) формі навчання. Слід зауважити, що ці параметри не зовсім відображають реальних обсяг емпіричних даних, тому що спостереження за навчальною поведінкою вказаної кількості здобувачів проводилися на щотижневому базисі. У той же час рівень залучення здобувачів до емпіричних досліджень, а також рівень відвідування занять знижувався по мірі наближення кінця семестру, як й можна було очікувати. Проте це зниження не було принциповим. Таким чином, дослідження, що проводилися протягом одного календарного року, можна вважати доволі представницьким.

Є ще дві суттєвих особливості емпіричних досліджень, що проводилися. По-перше, ці дослідження охоплювали як україномовні, так й англomовні програми підготовки здобувачів. Останні впроваджено в Університеті імені Альфреда Нобеля починаючи з 2010/2011 навчального року у повному обсязі. А, починаючи з 2008/2009 навчального року, впроваджувалися частково у тестовому режимі. Зважаючи на цю особливість, емпіричні дослідження дозволяють виявити вплив на динаміку уваги (і, відповідно, – й на навчальну поведінку) такого важливого чинника як мова викладання шляхом статистичного порівняння (за допомогою аналізу ANOVA) поведінки здобувачів, що відвідують англomовні та україномовні програми. Розподіл здобувачів, що були охоплені дослідженням між різномовними програмами складає 72% / 28%. Тобто переважно досліджувалися студенти англomовних програм. По-друге, на додаток до здобувачів Університету імені Альфреда Нобеля, до дослідження було залучене 25 іноземних студентів, що були учасниками програми віртуальної мобільності, яку було започатковане Університетом восени 2020 року у якості відповіді на виклики, пов'язані з пандемією COVID-19. Ці студенти, які походять з таких країн, як Індонезія, Малайзія, Індія, Йомен, Грузія, Киргизстан та Туркменістан, від'єднувалися до занять з таких дисциплін, як стратегічний, комунікаційний та міжнародний менеджмент, виконували те саме навчальне навантаження, що й студенти Університету імені Альфреда Нобеля й навіть отримували оцінки, що

зараховувалися у ЗВО, де вони навчалися на постійній основі. Тобто, завдяки залученню до дослідження цих студентів, на основі статистичного порівняння та аналізу ANOVA, з'явилася можливість з'ясувати вплив воєнного стану на навчальну поведінку.

У ході емпіричних спостережень студентам було запропоновано повідомляти через чат платформи ZOOM про зміну стану власної уваги до поточного дистанційного заняття (знаком «-» студенти позначали раптове послаблення/зникнення власної уваги до заняття, знаком «+» навпаки, позначалося відновлення уваги).

По завершенні лекції викладач проводив первинну обробку чат-стрічки, тобто фіксував періоди часу, коли досить помітна кількість студентів сигналізували про падіння власної уваги, а також тривалість проміжку часу, за який майже всі студенти відзвітували про втрату уваги. Аналогічно опрацьовувався процес відновлення уваги. Слід зауважити, що у переважній більшості випадків проміжки втрати та відновлення уваги не перехрещувалися (перетиналися), навіть враховуючи той факт, що на потокових лекціях аудиторія нараховували 120-150 студентів. Завжди були студенти, які запізнювалися на початок онлайн-лекції, що приводило до наближення цих проміжків, але лише у виключних випадках – до перетинання.

Це свідчить про те, що динамічні процеси концентрації уваги є досить універсальними для кожної людини попри індивідуальні особливості.

Зазвичай емпіричні спостереження виявляли два повних цикли зміни уваги протягом однієї пари. Первинна статистична обробка масиву даних спостережень, де розраховано описові статистики – математичне очікування, стандартне відхилення, асиметрія та ексцес наведені у таблиці 1. Математичне очікування, що відображається у таблиці, відповідає типовому періоду концентрації уваги у хвилинах, що вказували студенти. Видно, що дані дуже чітко підпорядковуються гіпотезі про нормальний розподіл, тобто без застережень можуть бути використані під час вирішення некоректної

(зворотної) задачі, й, відповідно – при побудові остаточної математичної моделі процесу динаміки щільності уваги.

Таблиця 1

**Описові статистики досліджень динаміки концентрації уваги
при дистанційному викладанні під час воєнного стану
($N = 668+25$ студентів, Університет імені Альфреда Нобеля,
2022/2023 навчальний рік)**

Умови дослідження	М	s	Ексцес	Асиметрія
Лекції з курсу «Менеджмент», мова – українська	33,12	4,335	-0,484	-0,898
Лекції з курсу «Communications management», мова – англійська	42,04	6,794	-2,134	2,754
Лекції з курсу «Logistics», мова – англійська	40,77	5,977	-0,536	0,009
Практичні з курсу «Logistics», мова – англійська	45,08	9,093	-2,121	3,395

Джерело: розрахунки авторів

Таблиця 1 однозначно свідчить про те, що при переході до викладання англійською довжина періоду концентрації уваги помітно подовжується. Разом з тим, порівняння даних таблиці 1 з результатами феноменологічного моделювання, дозволяє зробити висновок про те, що процеси впливу на увагу на підставі психофізичних законів та якісних факторів, що їх неможливе квантифікувати, знаходяться у різних масштабах за часом. Період розсіювання піків уваги, які пов'язані з впливом факторів по вимірам психологічного простору має характерний масштаб, яким вимірюється у хвилинах (рис. 3), в той час як загальні тренди у концентрації уваги, що були виявлені в наслідок емпіричного дослідження, становляться помітні на часовому масштабі у десятки хвилин (табл. 1).

Досить цікавим при аналізі особливостей викладання на іноземній мові може бути врахування рівню володіння нею. Вище вже було вказано на цікавий, але досить дратливий ефект заглушення нерозуміння, який спостерігався при офлайн-викладанні. При переході до онлайн за умов воєнного стану, тобто при

фактичному блокуванні каналу зворотного зв'язку від студентів до викладачів, проблематика дещо змінилася.

Дійсно, як було зазначене вище при формулюванні феноменологічної моделі процесу концентрації уваги, зміна тембру та темпу мовлення можуть розглядатися у якості головних вимірів психологічного простору. Можливість викладача контролювати обидві ці параметри безпосередньо залежить від рівня володіння мовою, тобто викладачі, які менш досвідчені у цьому напрямку навіть «на старті» мають більш обмежені можливості в плані контролювання уваги аудиторії. У той же час визначення потужності такого впливу знов таки потребує масштабних емпіричних досліджень, організація та проведення яких може стикнутися навіть з проблемами етичного характеру.

Висновки. Таким чином, підводячи підсумки аналізу динамічних ефектів концентрації уваги студентів за умов дистанційної форми навчання під час воєнного стану, можна зробити наступні висновки:

- на основі математичного описання процесів концентрації та дисипації побудовано універсальну феноменологічну модель динаміки уваги студентської аудиторії під час проведення навчальних занять, що якісно описує нестационарний процес зміни уваги;

- на основі психофізичних законів Вебера-Фехнера та Стівенса побудовані кількісні уявлення про психологічний простір, в якому можна вивчати вплив на концентрацію уваги таких чинників, як гучність та тембр голосу викладача;

- на основі феноменологічного моделювання зроблено висновок, що тембр голосу викладача є більш потужним збуджувачем, ніж гучність, а також про те, що жіночий голос здатний краще привертати увагу, ніж чоловічий;

- також на основі феноменологічного моделювання зроблено висновок про те, що перехід на англійську мову викладання призводить до короткодіючого підвищення концентрації уваги студентів за рахунок більш «вигідної» частотної картини мовлення на англійській;

• шляхом емпіричних досліджень доведене, що перехід до англомовного викладання також призводить до помітного статистично значимого продовження періоду концентрованої уваги студентів за рахунок дії зовнішніх факторів, що не були формалізовані та включені до множини вимірів психологічного простору, та вивчалися виключно шляхом автоспостережень здобувачів;

• дія формалізованих та неформалізованих факторів знаходиться у різних часових масштабах.

У якості напрямків подальшого дослідження можна вказати:

• вивчення впливу на процеси концентрації та розсіювання уваги суб'єктивних чинників, що пов'язані з волею, кращою мотивацією та розумінням корисності знань/навичок, що їх набувають здобувачі;

• ідентифікація констант феноменологічної моделі концентрації уваги у широкому діапазоні зміни умов викладання;

• подальший розвиток кількісних уявлень про виміри психологічного профілю, включення до нього інших напрямків, що піддаються квантифікації.

Список використаних джерел

1. Stevens, S. S. (1957). On the psychophysical law. *Psychological Review*, 64(3), 153–181. URL: <https://doi.org/10.1037/h0046162> (last accessed 2023/05/15).
2. Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Prentice-Hall.
3. Glasko, A.V. (2015) Mathematical model of melody perception. *Math Models Comput Simul* 7, 190–201. URL: <https://doi.org/10.1134/S2070048215020064> (last accessed 2023/05/15).
4. Encyclopædia Britannica. (1911) *Weber's Law*.