

УДК 159.937.5:159.953

DOI: 10.31499/2617-2100.16.2026.355900

Арман Анатолійович Цибульський,
магістр психології, здобувач PhD
Навчально-наукового інституту
психології та соціальних наук,
Міжрегіональна академія
управління персоналом,
м. Київ, Україна
ORCID: 0000-0003-2185-5676
arman.tsybulsky@gmail.com

МЕХАНІЗМИ КАЛІБРУВАННЯ СУБ'ЄКТИВНОГО ЧАСУ ПІД ЧАС ВІДТВОРЕННЯ ЧАСОВИХ ІНТЕРВАЛІВ

У статті досліджено калібрування суб'єктивного плину часу під впливом відволікання, зворотного зв'язку та внутрішнього відліку під час відтворення «індивідуальної хвилини». 19 учасників (16–52 роки) виконували 5 умов. Відволікання без зворотного зв'язку різко збільшувало похибку й варіативність (переважно перевідмірювання), тоді як зворотний зв'язок і внутрішній рахунок підвищували точність. Описано три стратегії калібрування (наближення, чергування, відсутність динаміки). Кореляції між умовами засвідчили відносну стабільність індивідуальних відмінностей, що слабшає за внутрішнього відліку.

Ключові слова: суб'єктивний час; автокорекція; калібрування інтервалів; увага; зворотний зв'язок; внутрішній відлік; «індивідуальна хвилина»; варіативність оцінок часу.

Arman Tsybulsky,
Master of Psychology,
Postgraduate student at the
Educational and Scientific
Institute of Psychology
and Social Sciences,
Interregional Academy of
Personnel Management,
Kyiv, Ukraine
ORCID: 0000-0003-2185-5676
arman.tsybulsky@gmail.com

MECHANISMS OF SUBJECTIVE TIME CALIBRATION DURING THE REPRODUCTION OF TIME INTERVALS

This article examines calibration of the subjective flow of time during reproduction of an “individual minute” under the influence of distraction, external feedback, and internal counting. Nineteen participants (aged 16–52) completed five experimental conditions involving repeated reproductions of a one-minute interval. Accuracy (deviation from the 60-s target) and variability of reproductions were evaluated, together with trial-to-trial changes across attempts. Distraction without feedback produced the strongest impairment: errors increased markedly and reproductions became more variable, with a predominant tendency toward overestimation (i.e., producing intervals longer than the objective minute). When feedback was available, participants calibrated subsequent reproductions more effectively, which reduced both error and variability and supported adjustment toward the target interval. Internal counting also improved accuracy, indicating that a self-generated rhythmic strategy can serve as an auxiliary timing mechanism. At the same time, reliance on internal counting weakened cross-condition correlations, suggesting that this strategy partially overrides stable individual timing tendencies. Beyond mean performance, the analysis of trial-to-trial dynamics revealed three characteristic calibration strategies: (1) convergence—progressive adjustment of reproductions toward the target; (2) alternation—systematic switching between longer and shorter reproductions across attempts; and (3) absence of dynamics—relative stability without a consistent corrective trend. Correlations between conditions indicated a relative stability of individual differences in subjective timing across contexts, but this stability weakened when internal counting was used. Overall, the findings

clarify how subjective time is tuned by attentional constraints and feedback and highlight distinct self-correction strategies that are relevant for experimental research on interval timing and for applied approaches aimed at improving temporal self-regulation.

Keywords: *subjective time; self-correction; interval calibration; attention; feedback; internal counting; "individual minute"; variability of time estimates*

Незважаючи на те, що наше внутрішнє відчуття протікання часу видається безперервним і достовірним, численні дослідження показують його вразливість до впливу зовнішніх і внутрішніх чинників: уваги, емоційного стану, тиску сну, концентрації, а також ширше – соціального та культурного контексту [1, 7]. При цьому виникає важливе запитання: наскільки індивідуальна суб'єктивна шкала часу здатна «калібруватися» під об'єктивні еталони (наприклад, хронометричні дані) і що лежить в основі цього калібрування? Відповідь на нього має фундаментальне значення як для розуміння механізмів сприйняття часу, так і в практичній діяльності, пов'язаній із регуляцією станів індивіда. Крім біологічних і когнітивних механізмів, низка авторів вказує, що на часове калібрування впливають чинники уваги. При сильному фокусі на завданні внутрішній «лічильник» може працювати по-іншому, ніж у стані розсіяної уваги [1]. Іншими словами, суб'єктивна шкала часу може «розтягуватися» або «стискатися» залежно від того, наскільки ресурси уваги спрямовані на відстеження протяжності самого інтервалу. Вид домінуючої уваги так само може впливати на автокорекцію суб'єктивного часу. Якщо домінує мимовільна увага, вона знижує кількість калібрувань, що ретроспективно призведе до суб'єктивного прискорення часу (недооцінювання або перевідмірювання інтервалів часу). Варто зауважити, що захоплена увага (стан «поток») проспективно спричиняє скоріше відчуття застиглому часу (або його відсутності), аніж прискорення. Натомість ретроспективне прискорення плину суб'єктивного часу може викликати відчуття тиску часу в теперішньому у зв'язку зі зміною ставлення до майбутніх інтервалів часу.

Сучасні нейробіологічні дослідження показують, що в механізмах сприйняття часу беруть участь різні структури головного мозку: базальні ганглії, мозочок, префронтальна кора, а також мережа ділянок, пов'язаних з обробкою сенсорної інформації [3]. Наприклад, діяльність дофамінової системи в базальних гангліях робить внесок у формування суб'єктивного інтервалу: зміна дофамінергічного фону здатна прискорювати або сповільнювати сприйняття часу. Накопичені дані вказують, що ці нейронні ланцюги в змозі адаптуватися до зовнішніх стимулів, коригуючи суб'єктивну «швидкість» внутрішнього лічильника [2, 5]. Під «зовнішніми стимулами» розуміють як фізичні сигнали часу (наприклад, ритмічні звуки або мерехтіння світла), так і соціальні чинники (регулярні розклади, режим праці та відпочинку). Завдяки такій пластичності людський мозок здатен до калібрування суб'єктивного часу під об'єктивні еталони – реальний годинник або ритмічні сигнали. Емоції відіграють суттєву роль у формуванні суб'єктивних часових оцінок. Страх, збудження або занепокоєння часто призводять до відчуття «сповільнення» часу в часових інтервалах до 2-3 секунд, тоді як нудьга або монотонна діяльність призводить до «сповільнення» на більш тривалих інтервалах сьогодення [4]. Однак за наявності зовнішнього часового орієнтира (звукового сигналу, табло з часом тощо) людина здатна співвіднести власні відчуття з реальністю та скоригувати свою оцінку. У ситуаціях багатозадачності, коли ресурси уваги розподіляються між кількома видами діяльності, суб'єктивний час може спотворюватися [1]. Однак якщо паралельно існує чітко заданий часовий сигнал (наприклад, таймер або метроном), то відбуваються процеси калібрування. Мозок «підхоплює» зовнішній ритм як еталон, що дає змогу людині вирівнювати суб'єктивну тривалість виконання завдання з об'єктивним відліком. У низці культур (наприклад, у західноєвропейських) поширена суворіша регуляція часу, де точність запізень і розкладів у край важлива. У суспільствах із більш «еластичним» сприйняттям

часу (наприклад, деяких країнах Латинської Америки) формуються інші звички щодо пунктуальності. Проте в умовах глобалізації та поширення єдиної системи вимірювання часу (за Гринвічем і далі) багато людей набувають здатності швидко «підлаштовуватися» під суворий хронометричний режим, якщо від цього залежить робоча або соціальна діяльність [6].

Багато експериментальних робіт показують, що наявність зовнішнього еталона значно зменшує похибки в оцінці інтервалів [1]. У деяких дослідженнях застосовують аудіовізуальні сигнали, які виступають «калібрувальним» механізмом для випробовуваних. Наприклад, метрономічний звук із фіксованою частотою в умовах експерименту підвищував точність оцінки часового проміжку [5]. При цьому характерною є і зворотна ситуація: коли людина зосереджена переважно на своїх внутрішніх відчуттях без зовнішнього контролю (наприклад, при «закритих очах» і відсутньому аудіосигналі), відхилення від об'єктивного часу зростають. Отже, «калібрування» реалізується як динамічний процес звіряння внутрішнього часового відліку з періодичними маркерами, що надходять ззовні. При цьому варто зазначити, що зовнішніми маркерами можуть бути і внутрішні процеси організму, такі як: дихання, серцебиття, ритмічна діяльність тощо. Практична значущість калібрування суб'єктивного часу проявляється в найрізноманітніших сферах діяльності: у медицині, авіації, диспетчерських службах, де критичною є точність часових інтервалів; освіті, де використання таймерів і візуальних графіків допомагає тим, хто навчається, краще планувати свою діяльність і «засвоювати» конкретні часові рамки; у спорті, де методики, орієнтовані на ритм і зовнішні сигнали, допомагають спортсменам і танцюристам розвивати відчуття часу та синхронізувати дії з музикою або партнерами. Іншими словами, калібрування суб'єктивного часу є критично важливим для розвитку найбільш значущих галузей суспільства, якщо не всього суспільства. Суб'єктивне сприйняття часу не є жорстко фіксованою характеристикою, а здатне до самоналаштування, або «калібрування», під об'єктивні часові еталони. Цей процес визначається нейробіологічними механізмами (базальні ганглії, префронтальна кора, дофамінергічні шляхи) і модулюється чинниками уваги, емоційного стану, а також соціальними нормами.

У зв'язку з фундаментальною роллю автокорекції суб'єктивного часу було проведено дослідження, спрямоване на виявлення здатності суб'єктивного часу до калібрування. Під час проведення випробування було поставлено низку запитань, таких як:

1. Як впливає відволікання (мимовільна увага) на результати відмірювання «індивідуальної хвилини»? Чи існує зсув у бік перевідмірювання або недовідмірювання?
2. Які стратегії калібрування можна виявити за результатами випробування?
3. Чи впливає внутрішнє відлічування на точність вимірювання індивідуальної хвилини?
4. Чи змінюється точність результатів від першої умови до останньої експерименту?

Було запрошено 19 учасників віком від 16 до 52 років, яких попросили відміряти «індивідуальну хвилину» в різних умовах. Після команди «старт» запускався секундомір. Піддослідному було необхідно зупинити секундомір командою «стоп». Загалом проводилося три заміри поспіль у різних умовах:

- умова 1: без відволікання (випробовуваний сконцентрований тільки на відчутті часу). Без зворотного зв'язку (після кожного «Стоп» учаснику не кажуть, скільки насправді минуло секунд);
- умова 2: є відволікання (залучення випробовуваного до розмови). Без зворотного зв'язку (результат не повідомляють після кожного виміру);
- умова 3: є відволікання (розмова). Зі зворотним зв'язком (результат заміру оголошують після кожного «Стоп», надаючи можливість калібрування);

- умова 4: немає відволікання (випробований зосереджений тільки на завданні). Ведеться внутрішній рахунок (дозволено про себе рахувати секунди). Зі зворотним зв'язком (випробовуваному повідомляються результати відмірювання);
- умова 5: немає відволікання, і заборонено внутрішній відлік (тобто випробовуваний «просто відчуває хвилину», не відраховуючи її про себе). Зі зворотним зв'язком.

Щоб отримати загальне уявлення, для кожної умови було обчислено такі показники: M (Mean) C (condition 1,2,3,4,5) – середній час, у секундах. SD (Standard Deviation) – стандартне відхилення. Er C – середня абсолютна помилка (замір-60 сек.) (табл. 1).

Таблиця 1

Описові статистики тривалості відтворення «індивідуальної хвилини» та абсолютної похибки ($|t-60|$) у п'яти експериментальних умовах

		Er	M	Er	M	Er	M	Er	M	Er
	C1	C1	C2	C2	C3	C3	C4	C4	C5	C5
N, сек	9	9	18	18	17	17	18	18	14	14
Середнє, сек	58,9	21,1	112,6	57,6	108,6	56,4	59,6	10,9	66,0	8,2
SD, сек	29,9	19,8	65,3	60,6	73,6	67,4	15,3	10,4	8,8	6,7
Мін, сек	21,7	0,0	16,0	1,3	32,3	3,0	25,0	1,0	52,3	0,6
Макс, сек	114,0	54,3	279,0	219,0	255,0	195,0	97,0	37,0	81,0	21,0

Варіативність показників за кожною з умов було відображено на графіку (рис. 1), щоб візуалізувати загальну картину впливу відволікання і зворотного зв'язку. Умова 1: середній час близький до 60 с (58,9 с), але спостерігається помірна варіативність (SD 29,9 с). Частина учасників «недооцінює» хвилину (зупинка раніше за 60 с), дехто опиняється вище 60 с. Однак у сумі це дає невеликий негативний зсув від еталона. Умова 2: з'являється залучення в розмову, тому увага відходить від внутрішнього таймера. Зазвичай це призводить до перевідмірювання – люди «пропускають» момент 60 секунд і зупиняють відлік пізніше (середнє 112,6 с). При цьому розкид SD часто збільшується (65,3 с). Варіативність зростає, а середній замір йде вгору (переоцінка). Умова 3: тут є та сама відволікаюча розмова, але результат після кожної спроби оголошується. У підсумку вже після першої-другої спроби учасники можуть відкоригувати своє відчуття – і середній час наближається до 108,6 с., але розкид не скорочується (наприклад, SD=73,6). Середня помилка знижується незначно. Умова 4: випробовуваного не відволікають, і він свідомо рахує секунди про себе (1,2, 3...). Це дає найбільш точний результат, ніж просте «відчуття»: середнє може бути дуже близьким до 60 (Mean=59,6), а розкид мінімальний (SD=15,3). Можливість калібрування завдяки зворотному зв'язку сприяє коригуванню внутрішнього відліку. Умова 5: аналогічно Умові 1, але після кожної спроби оголошується результат. Це дає учаснику можливість калібруватися, що відбивається на точності середніх показників (66 с.). Незважаючи на те, що точність дещо менша, ніж за першої умови відмірювання, що може бути пов'язано з обмеженням вибірки за кількістю учасників, значуще скорочується розкид відповідей (SD MC1=29,9; SD MC5=8,8). Середня помилка близька до показників Умови 4 (Er C4=10,9; Er C5=8,2).

Кореляційний аналіз показав, що показники окремих випробовуваних у різних умовах значимо пов'язані між собою. Іншими словами, учасники, у яких «індивідуальна хвилинка» була довшою або коротшою за середню в одній умові, як правило, демонстрували схожу тенденцію і в інших умовах. Наприклад, між Умовою 1 і Умовою 2 спостерігається позитивна кореляція $r \approx 0,5$ ($p < 0,01$). Це означає, що учасники, які загадали більш тривалу

хвилину в першому вимірі, схильні робити те саме і в другому (нехай навіть у другому було присутнє відволікання). Аналогічно, результати до зворотного зв'язку корелюють із результатами після зворотного зв'язку. Це свідчить про те, що, незважаючи на калібрування, індивідуальні відмінності зберігаються – люди з від початку швидшим або повільнішим внутрішнім «ходом часу» залишаються відносно швидшими або повільнішими за решту і після отримання зворотного зв'язку. Кореляція з умовою внутрішнього відлічування дещо нижча: наприклад, зв'язок між результатом під час підрахунку секунд (умова 4) і без підрахунку (умова 5) не спостерігається. Це можна пояснити тим, що внутрішня лічильна стратегія значно вирівнює результати: під час підрахунку практично всі учасники наближаються до еталона (60 с), нівелюючи колишні індивідуальні відмінності. Загалом же, більшість умов мають позитивні кореляції (r від $\sim 0,4$ до $\sim 0,7$) і значущі за $p < 0,05$, що вказує на наявність стійкого індивідуального компонента у відчутті часу.

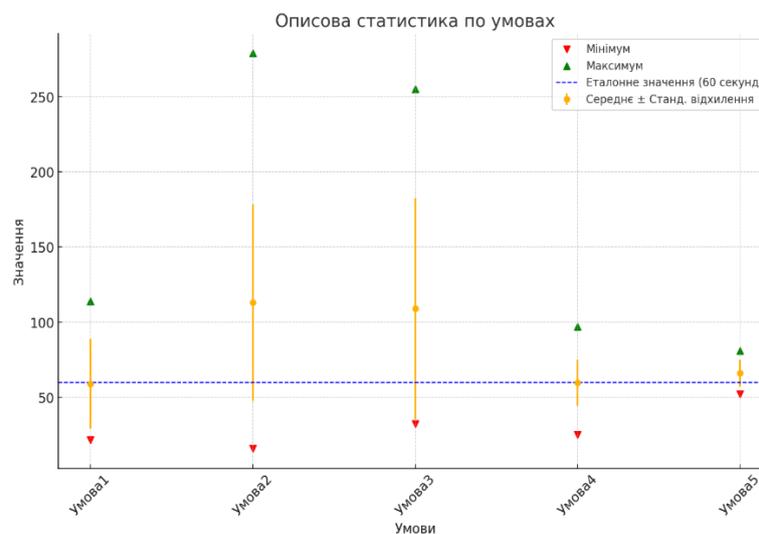


Рис. 1. Розкид мінімальних і максимальних значень, середнє і стандартне відхилення за кожною з умов щодо еталонного показника "індивідуальна хвилина"

Важливо зазначити, що характер помилок та індивідуальні відмінності суттєво змінилися до останньої умови. В Умові 5 розкид результатів істотно скоротився порівняно з Умовою 1 (з SD 29,9 с. до 8,8 с), тобто індивідуальні оцінки хвилини стали більш узгодженими між собою. Спочатку відмінності між людьми були вкрай великими (наприклад, хтось помилявся на десятки секунд у більший бік, а хтось – у менший), і ці індивідуальні відмінності доволі стійко зберігалися без калібрування: так, результати одного й того самого учасника в Умові 1 та Умові 2 були дуже скорельовані (Spearman $\rho \approx 0,77$, $p < 0,05$). До останнього ж випробування такого зв'язку з початковими результатами практично не залишилося (Cond1 vs Cond5: $\rho \approx 0,20$, n.s.). Іншими словами, ті випробовувані, які на початку випробування мали найбільші помилки, до кінця змогли підтягнути свою точність до рівня інших, тоді як деякі спочатку точні учасники трохи відхилювалися. У сумі середня помилка групи на початку і наприкінці виявилася схожою, але індивідуальні помилки значно знизилися в більшості випробовуваних. Наприклад, учасник, який почав із грубої недооцінки (~ 20 - 30 с.) в Умові 1, в Умові 5 збільшив свій час до ~ 52 с, що набагато ближче до еталона. А інший учасник, який спочатку сильно перетримав (~ 114 с), після калібрування скоротив результат до ~ 69 с. Подібні коригування призвели до вирівнювання групових показників. Таким чином, точність відтворення «індивідуальної хвилини» в середньому з першого по останнє випробування не змінилася статистично значуще, але зросла узгодженість результатів і зменшилися грубі індивідуальні помилки. Порівняння середньої

відтвореної тривалості хвилини в умовах із калібруванням і без нього показало статистично значущі відмінності. Так, в умовах без зворотного зв'язку (Cond2) учасники в середньому відтворювали 112-120 с, тоді як в умовах із калібруванням (Cond4, Cond5) – 59-66 с (парний t-тест: $t=3.25-3.58$, $p<0.01$, Cohen's $d\approx 1.1$). Аналогічні результати отримано при зіставленні Cond3 (M=108.59 с) і Cond5 (M=65.86 с), $t=2.82$, $p=0.0145$. Це свідчить про те, що наявність зовнішнього зворотного зв'язку і можливість додаткового внутрішнього рахунку часу істотно підвищують точність відтворення «індивідуальної хвилини».

Відволікання (особливо без зворотного зв'язку) значуще збільшує середню похибку (як правило, призводить до перевідмірювання) і підвищує розкид, що свідчить про фундаментальну роль уваги у сприйнятті часу. Зсув у бік перевідмірювання свідчить про оцінювання минулих інтервалів часу, як таких, що минули швидко. Зворотний зв'язок сприяє калібруванню відмірювання «індивідуальної хвилини» і знижує похибку відхилення від еталона 60 с. Очевидно, різні індивіди можуть використовувати різні стратегії калібрування. Внутрішній рахунок може сильно покращувати точність відмірювання «індивідуальної хвилини». Це свідчить про те, що на відмірювання й оцінювання інтервалів можуть впливати й інші внутрішні та зовнішні інтермодальні стимули, як-от: ходьба, мовлення, ін. діяльність, звуки, візуальні сигнали. Водночас «внутрішній відлік» може бути проміжною системою калібрування між ПЦС і ЛБС, тому що, поєднуючи ритміку відліку та числові позначення часу, у сукупності зі зворотним зв'язком, який є зовнішнім маркером для калібрування, показує максимально точні результати. Середня помилка з початком застосування зворотного зв'язку знижується під час замірів між різними умовами, що, ймовірно, свідчить про здатність респондентів адаптуватися до відмірювання «індивідуальної хвилини» за різних умов. Це може свідчити про здатність до навчання відмірювання та оцінювання часових інтервалів. Така здатність свідчить про інтеграцію коротких інтервалів у довші. Аналіз змін трьох послідовних вимірів у кожній умові виявив три основні патерни калібрування часу:

1. Послідовне наближення до еталона – кожне наступне вимірювання ближче до 60 с, ніж попереднє;
2. Чергування недовідмірювання і перевідмірювання – відхилення змінюють знак від виміру до виміру (випробовуваний по черзі «поспішає» і «пересиджує» хвилину) поступово наближаючись до еталону;
3. Відсутність значущої зміни – розкид вимірювань без систематичного зниження помилки.

Таким чином, в умовах без зворотного зв'язку (Cond1 і Cond2) у більшості випробовуваних не спостерігалось явної тенденції до поліпшення точності в серії з трьох проб. Так, патерн послідовного наближення в Умові 1 та Умові 2 траплявся вкрай рідко (лише в 1 із 9-10 випробовуваних), тоді як відсутність систематичних змін була найчастішим наслідком (наприклад, в Умові 2 в ~67 % учасників усі три оцінки хвилини залишалися в одному діапазоні без зниження помилки). Також в умовах без підказок деякі учасники демонстрували коливання в обидва боки – після недооцінки інтервалу в одному вимірі переходили до переоцінки в наступному, і навпаки (такий змінний патерн відмічено у ~40-45 % учасників Умов 1-2). В умовах із можливістю калібрування (Умови 3-5) значно частіше простежувалося послідовне поліпшення точності від першого до третього вимірювання. Наприклад, в Умові 3 у 5 із 18 випробовуваних спостерігалось монотонне наближення до 60 сек. у трьох послідовних спробах (помилка кожного наступного виміру менша за попередній). В Умові 4 аналогічний патерн, що «послідовно поліпшується», виявили 4 із 18 учасників. При цьому стратегія чергування пере-/недовідмірювання також мала місце: особливо часто вона спостерігалась в фінальній умові 5, де в більшості учасників перше замірювання хвилини відрізнялося від другого в протилежний бік

(перевитрата часу змінювалася недобором або навпаки), після чого третє замірювання знову зміщувалося у зворотний бік, прагнучи скоригувати попереднє відхилення. Таким чином, за наявності зворотного зв'язку випробовувані частіше калібрували тривалість хвилини, поступово зменшуючи помилку крок за кроком, або повторно відмірюючи 60 сек., намагаючись намацати точний інтервал методом проб і помилок. Лише в небагатьох випадках із калібруванням, як і раніше, фіксували відсутність значущих зрушень між спробами (наприклад, 2 випробовуваних в Умові 5 показали три практично однакові результати, проте вже будучи близькими до 60 с. із самого початку цієї умови). У сукупності ці спостереження вказують, що за наявності інформації про допущену помилку люди схильні застосовувати стратегії цілеспрямованої корекції: або плавно скорочуючи різницю з еталоном, або чергуючи перетримки і недотримки для уточнення хвилини. Без зворотного зв'язку таких коригувальних стратегій майже не виникає, і відтворення часу залишається на колишньому рівні або варіює випадково. Ці спостереження важливі для екстраполяції калібрування часу у звичайних умовах життя. Ймовірно, відсутність маркерів часу в більшості випадків не спонукає до застосування стратегій корекції суб'єктивного часу, наприклад, на основі внутрішніх ритмів або відчуттів. При цьому різна діяльність сприяє зміщенню в бік недооцінок часу, або прискоренню плину суб'єктивного часу ретроспективно, що може спричиняти тиск часу. У випадках же, коли увага спрямована на маркери часу або вони доступні, люди коригують свої відчуття. Це спостереження може бути використане в практичній діяльності – навчання відмірювання й оцінювання часових інтервалів, імовірно, здатне впорядкувати час у звичайному житті, водночас, скоротивши тиск часу, високі показники тривожності, підвищити уважність.

REFERENCES

1. Block, R. A., Zakay, D. (1997). Prospective and retrospective duration judgments: A meta-analytic review. *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol. 4, 2, 184–197. DOI: 10.3758/BF03209393
2. Buhusi, C. V., Meck, W. H. (2005). What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nature Reviews Neuroscience*, Vol. 6, 10, 755–765. DOI: 10.1038/nrn1764
3. Coull, J. T., Cheng, R.-K., Meck, W. H. (2011). Neuroanatomical and neurochemical substrates of timing. *Neuropsychopharmacology*, Vol. 36, 1, 3–25. <https://doi.org/10.1038/npp.2010.113>
4. Droit-Volet, S., Gil, S. (2009). The time–emotion paradox. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 364, 1525, 1943–1953. DOI: 10.1098/rstb.2009.0013
5. Eagleman, D.M. (2008). Human time perception and its illusions. *Current Opinion in Neurobiology*, Vol. 18, 2, 131–136. doi: 10.1016/j.conb.2008.06.002.
6. Levine, R.N. (2008). A geography of time: On tempo, culture, and the pace of life. New York: Basic Books.
7. Wittmann, M. (2009). The inner experience of time. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 364, 1525, 1955–1967. doi: 10.1098/rstb.2009.0003

Стаття надійшла до редакції 11.02.2026 р.

Прийнята до друку 09.03.2026 р.

Опубліковано 28.03.2026 р.

This work is licensed under a Creative Commons License Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY-4.0).