

ДОДАВАННЯ СУБ'ЕКТИВНИХ ЧАСОВИХ ІНТЕРВАЛІВ: ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Олексій ПОЛУНІН

Copyright © 2011

Актуальність. Визначальною для організації досвіду індивіда є часовий вимір, що впливає на його структурування та впорядкування. З різних методологічних підходів цей вимір вивчали Л.В. Дооб, Е. Пеппель, Є.І. Головаха і О.О. Кронік, М. Рішельє, О.М. Лактіонов, М.Л. Смульсон, Т.М. Титаренко, Б.Й. Цуканов. Однак залишається нагальним пізнання окремо кожного із концептів, що утворюють часовий вимір у їх взаємозв'язку і дії на часове впорядкування досвіду. Одним з підходів до дослідження організації часового виміру досвіду та функціонування часового механізму було запропоновано використання математичних операцій із часовими інтервалами [1]. Актуальність пропонованого дослідження визначається тим що, *по-перше*, поглиблюється розуміння процесу розгортання ланцюга досвіду та його часових властивостей; *по-друге*, розкривається походження нелінійності темпоральних процесів. Стосовно останнього зауважимо, що лінійність перебігу часу майже аргіогі приймається як даність у природничих науках з часів І. Ньютона. Водночас у науках про поведінку людини накопичено значну кількість експериментально підтверджених відхилень від лінійного перебігу темпоральних процесів, які є визначальними для поведінки. Часові децентрації, описані Є.І. Головахою і О.О. Кроніком [2], нелінійність часових відносин у дослідженнях з прийняття інтертемпоральних рішень [3; 4; 5] та інші вказують на важливість даного питання. Очевидно, що відхилення від лінійності при обробці часової інформації можуть виникати на різних рівнях. Нами розглядається секундний діапазон, у якому й вивчається додавання часових інтервалів. Будемо виходити з **припущення**, що вже на цьому рівні мають місце перші відхилення від лінійності у пере-

бігу суб'єктивного часу, які ймовірно спричиняють депланації в інших діапазонах тривалостей.

Отже, **предметом** даної статті є: 1) дослідження властивостей часового виміру досвіду усупільненого індивіда безпосередньо даного у потоці його свідомості та наявного секундними діапазоном тривалостей; 2) з'ясування особливостей функціонування часового механізму. При цьому додавання як одна із математичних операцій із часовими інтервалами використовуватиметься як метод для вивчення властивостей часового виміру вказаних досвіду та особливостей функціонування цього механізму.

Додавання суб'єктивних інтервалів й організація часового виміру досвіду. Якщо розглядати час як когнітивну концепцію з позиції теорії концептуальних просторів П. Гарденфорса [6], то час пояснюватиметься як геометрична структура, що спирається на різні якісні виміри (домени). Враховуючи якісну специфічність часу і часових відносин, існують достатні підстави для виокремлення *домени часу* та його субдоменив, тривалості, часової дистанції, модусу часу (минуле, теперішнє та майбутнє), а також напрямку плину часу. Предметом даного дослідження є саме *тривалість*, при цьому кожний інтервал розглядається як часовий відповідник окремому сегменту із загального потоку досвіду. Останній розуміється як потік свідомості, тобто подібно до того, як це уявляв Е. Гуссерль. За П. Гарденфорсом [6], концептуальні простори мають задовольняти певні вимоги. Як базові для кожної із точок цього простору дослідник приймає відношення *проміжності* (betweenness) та *еквідистантності* (equidistance). Властивість *проміжності* $B(a, b, c)$ визначається як відношення між трьома точками a, b, c простору S , у якому b розташовується між a та c . При цьому підтри-

муються певні аксіоми, дійсність яких щодо часових інтервалів може бути перевірена за допомогою операції додавання. Йдеться, зокрема, про аксіоми:

V3: якщо $B(a, b, c)$ та $B(b, c, d)$, то $B(a, b, d)$, або іншими словами: якщо b знаходиться між a та c , і c – між a та d , то b перебуває між a та d .

V4: якщо $B(a, b, d)$ та $B(b, c, d)$, то $B(a, b, c)$, або іншими словами: якщо b знаходиться між a та d , і c – між b та d , то b перебуває між a та c .

Метрика простору. Враховуючи, що тривалість має кількісне відображення, закономірно постає питання про метрику в концепції часу, щонайменше у субконцепціях тривалості і часової дистанції. В метричному просторі (metric space) натуральна функція може розглядатись як функція дистанції $d(a, b)$ у просторі S , якщо вона задовольняє певним вимогам для всіх точок a, b та c , у просторі S [6]. З них у даному дослідженні безпосередньо є можливість перевірити:

D3: $d(a, b) + d(b, c) \geq d(a, c)$ (нерівність трикутника).

Простір, у якому визначена функція дистанції, називають метричним, тобто відношення проміжності (B) та еквідистантності (E) набувають такого визначення:

Def V: $B(a, b, c)$ тоді і тільки тоді, коли справедливо $d(a, b) + d(b, c) = d(a, c)$;

Def E: $E(a, b, c, d)$ тоді і тільки тоді, коли справедливо $d(a, b) = d(c, d)$.

Наведені в аксіомах вимоги, є тими властивостями, яким мав би задовольняти часовий вимір досвіду індивіда, а саме субконцепція тривалості. Наголосимо, що зазначені в аксіомах та визначеннях вимоги переносяться на точки у потоці суб'єктивного часу, де важливою властивістю постає відношення зв'язності $S(X, Y)$. Воно означає, що регіони простору (або множини) X та Y перекриваються або, щонайменше, дотичні між собою. Для лінії часу це є вимогою її безперервності. Натомість інший критерій – випуклість, спирається на поняття про проміжність. Частина S концептуального простору S вважається випуклою тоді, коли для будь-якої пари точок x та y в межах S , всі точки між ними також належать до S . Звичайно, що незв'язний субпростір не може бути випуклим.

Якщо розглядати суб'єктивну тривалість як субконцепцію у рамках більш широкої концепції психологічного часу, то наведені вище аксіоми і властивості концептуального простору мають бути дійсними і для тривалості.

Зазвичай вони подаються у вигляді властивостей і правил виконання операцій з числами в Булевій алгебрі та для векторів в Евклідовій геометрії. За такого підходу кожний часовий інтервал може бути описаним або як скалярна величина, числом секунд його тривалості, або як вектор. За допомогою операції додавання із двома доданками можна передусім дослідити комутативність. Ця властивість пов'язана з аксіомами $V0, V1, V2, V3, E1, E2$ [6] й означає еквівалентність наступних операцій: $A+B$ та $B+A$. З математичного погляду, порядок додавання доданків не повинен впливати на його результат. З іншого боку, якщо тривалість попереднього інтервалу впливатиме на точність при відмірюванні актуального інтервалу, то порядок демонстрації обстежуваному інтервалів-доданків змінюватиме результат додавання. Як **гіпотезу** доречно прийняти таке твердження: порядок демонстрації доданків і різниця між інтервалами-доданками впливатиме на дотримання комутативності. Отож для того, щоб дослідити властивості часового виміру потоку досвіду в секундному діапазоні, потрібна перевірка дотримання наведених аксіоматичних вимог для математичних операцій з часовими інтервалами, у тому числі й для операції додавання.

Додавання суб'єктивних часових інтервалів і функціонування часового механізму. Чисельні експериментальні пошукування, проведені П. Фрессом, Дж. Золтоброцкі, Д.Г. Елькіним, Е. Пьоппелем, Б.Й. Цукановим та іншими науковцями, мають на меті з'ясування особливостей функціонування часового механізму. Однак досить рідко зустрічаються дослідження роботи часового механізму із застосуванням математичних операцій з часовими інтервалами. Одна із причин цього може полягати у тому, що дослідники, цікавлячись перетворенням самого цього інтервалу в математичній операції, не звернули увагу на те, що особливості названого перетворення можуть розкривати також певні особливості у функціонуванні часового механізму. Додавання, як і кожна інша операція, у властивий для неї спосіб створює специфічне навантаження на часовий механізм і приховує специфіку передачі інформації між його компонентами [1].

Часовий механізм запропонований скалярною теорією [7] та підтриманий концепцією Блока та Цакая [8], містять як невід'ємну складову компаратор. При застосуванні традиційних методів, як то відтворення чи відмірю-

вання, останній надає команду про припинення відмірювання інтервалу-відповіді за умови приблизної рівності кількості імпульсів, накопичених у робочій пам'яті на даний момент, і кількості імпульсів, що описують інтервал-зразок і надсилаються до компаратора із референтної пам'яті. Формально це виражається нерівністю: $\text{abs}(t-s)/t \leq \varepsilon$, де ε – це поріг чутливості компаратора, s – тривалість цільового інтервалу, тобто інтервалу-стимулу, а t – тривалість актуально відмірюваного інтервалу, що в ідеалі дорівнює s ; вираз “abs” означає абсолютну величину різниці ($t-s$). Функціонування компаратора однозначно вказує на те, що він *потребує референтного інтервалу* для його порівняння із тривалістю актуально відмірюваного інтервалу. В дослідках із традиційними методами референтна пам'ять зберігає кількість імпульсів, які було акумульовано під час демонстрації інтервалу-зразка (s), він же є цільовим або референтним у традиційних експериментах. Однак при математичних операціях референтний інтервал для відмірювання відповіді не задається безпосередньо.

Розглянемо операцію додавання інтервалів з тим, щоб продемонструвати її застосування для вивчення особливостей функціонування часового механізму. Операція додавання ($A+B=C$) може описуватись як два цикли відмірювання інтервалів-доданків. При цьому у ролі референтних інтервалів застосовуються інтервали-доданки A та B , а інтервал-відповідь дорівнюватиме їх сумі C . Спочатку, в першому циклі, відтворюється інтервал A , а його завершення слугує сигналом для початку відтворення другого інтервалу B . Подвійний цикл при виконанні додавання проявлятиметься у збільшенні стандартної похибки інтервалу-відповіді порівняно із стандартною похибкою еквівалентного інтервалу, але отриманого при застосуванні традиційного методу відтворення. Отже, як **гіпотезу** приймемо таке припущення: якщо математично $A+B=C$, то для суб'єктивних часових інтервалів має бути справедливим: $\Delta(A+B)/(A+B) > \Delta C/C$, де $\Delta(A+B)$ – це абсолютна похибка відмірювання інтервалу-відповіді при додаванні, а ΔC – абсолютна похибка при відтворенні інтервалу C . Подібним чином ця нерівність виглядатиме і для стандартних похибок: $\sigma_{(A+B)} > \sigma_C$.

Дослідження Веардена [9] щодо впливу порогу чутливості компаратора на точність відмірювання інтервалу у поєднанні з ідеєю про когнітивні процеси при заміні задачі

вказує на користь того, що послідовність демонстрації інтервалів A та B може впливати на результат додавання. Отож наступна **гіпотеза** полягає в тому, що порядок демонстрації інтервалів-доданків у сенсі “коротший + довший”, або навпаки “довший + короткий”, матиме вплив на похибку відмірювання інтервалу-відповіді. Це спричинятиметься різним порядком налаштування чутливості компаратора, а тому і різною кінцевою чутливістю при відмірюванні другого доданку і врешті-решт впливатиме на тривалість цього інтервалу-відповіді. При послідовності інтервалів-доданків “довший + короткий” варто очікувати зростання порогу чутливості при відмірюванні другого доданку, що і призводитиме до його скорочення. До того ж поріг чутливості компаратора може залежати від різниці у тривалості інтервалів-доданків: $\varepsilon_i = f(\varepsilon_{i-1})$, $\varepsilon_i = f(t_i - t_{i-1})$. Враховуючи дію двох факторів – порядку демонстрації стимулів “довший + короткий” чи “короткий + довший” та величину розбіжності між доданками (“довший – короткий”), доречно за допомогою відповідної комбінації стимулів досліджувати зміни у налаштуванні чутливості компаратора, враховуючи потенціал методу заміни задачі, який описав С. Монзелль [10]. Зазначимо, що окреслене коло дослідницьких завдань на сьогодні практично не розглядається у публікаціях, присвячених моделюванню часового механізму.

Експериментальне дослідження. Експеримент має на меті перевірку дотримання для додавання вищенаведених суб'єктивних часових інтервалів аксіом $B3$ та $B4$. Операція додавання дозволяє також перевірити справедливість третьої аксіоми з екувідистантності $E3$: $E(a, b, c, d)$ та $E(a, b, e, f)$, то $E(c, d, e, f)$. Враховуючи, що вимірювання виконуються в метричному просторі із одиницею вимірювання рівною 1 секунді, можна говорити про перевірку властивостей функції дистанції $D3$: $d(a, b) + d(b, c) \geq d(a, c)$ (нерівність трикутника). Відтак стосовно побудови часового виміру поставлено питання щодо: а) дійсності рівняння $A+B=C$ та б) дотримання комутативності та еквівалентності у різних варіантах додавання.

Для дослідження особливостей функціонування часового механізму, а саме компаратора, вивчатиметься вплив порядку демонстрації стимулів-доданків на відмірювання інтервалу-відповіді. В даному випадку слушно виокре-

мити три варіанти демонстрації обстежуваному інтервалів-доданків: 1) тривалий + короткий, 2) короткий + тривалий і 3) рівний + рівний, коли інтервал-сума ділиться доданками навпіл. Однак в останньому варіанті зміна чутливості компаратора не матиме місця.

Показовою для розуміння функціонування часового механізму буде кореляція між варіативністю інтервалу-доданка при його простому відтворенні та варіативністю результату додавання. Залежність $\sigma_{\text{відповіді}} = f(\sigma_{\text{доданка}})$, а отже і значуща позитивна кореляція між дисперсією відтворення інтервалу як аргументу операції додавання та дисперсією результату операції буде свідчити про безпосередній внесок варіативності інтервалу-доданка у формування варіативності інтервалу-відповіді.

Метод. Дослідження охоплювало дві фази. У першій виконувалося відтворення часових інтервалів. Завдання для обстежуваного полягало в тому, щоб якомога точніше запам'ятати тривалість стимульного інтервалу і потім відразу його відтворити. Кожний із стимульних інтервалів демонструвався через відповідну тривалість презентації прямокутника на дисплеї комп'ютера. Відтворення розпочиналося відразу після завершення демонстрації. При відтворенні обстежуваній натискав на клавішу комп'ютера, що позначало початок відтворюваного інтервалу, а друге натискання означало завершення відтворюваного інтервалу. В цій фазі досліду у двох окремих блоках копіювалися такі інтервали: 2, 3, 4, 6, 9 та 12 сек. Причому в першому блоці відтворювалися інтервали 2, 3 та 4, у другому – 6, 9 та 12 сек. Кожний із інтервалів відтворювався по 12 разів.

У другій фазі досліду виконувалося додавання інтервалів. На екрані комп'ютера послідовно демонструвалися синій (А) та зелений (В) прямокутники, тривалість презентації кожного з них відповідала тривалості доданих інтервалів (А+В). Міжстимульний інтервал був постійним і дорівнював 1 секунді. Обстежуваній мав запам'ятати тривалість кожного із двох стимулів, а потім після завершення другого стимулу як можна швидше розпочинав відмірювання інтервалу, що дорівнює сумі інтервалів-доданків (С=А+В). Для відмірювання інтервалу-відповіді, подібно до першої фази, використовувалась мишка комп'ютера. В експерименті кожна операція додавання виконувалася по 12 разів окремим блоком. Блоки операцій подавалися у наступному порядку:

- 4+2=? (сек.)
- 9+3=? (сек.)
- 3+3=? (сек.)
- 3+9=? (сек.)
- 2+4=? (сек.)
- 6+6=? (сек.)

Досліджувані операції утворюють дві групи, перша з яких, з математичного погляду, має приводити до інтервалу-відповіді, що дорівнює 6 секундам: 3+3=6, 2+4=6 та 4+2=6, друга – 12 секундам: 6+6=12, 9+3=12, 3+9=12. Обстеженими в дослідженні були 17 студентів, з яких 9 осіб (53 %) становили чоловіки. Їхній вік коливався від 19 років до 29, тому середній вік склав 25,1 років. Середня тривалість експерименту для одного обстежуваного дорівнювала 1 годині.

Результати. Вище були поставлені питання щодо: а) дійсності рівняння А+В=С для часових інтервалів і б) дотримання комутативності, а саме еквівалентності операцій А+В та В+А. Перевірити наявність комутативності можна, дослідивши, чи справедлива рівність для інтервалів, що отримані шляхом додавання різних складових і що, однак, з математичних позицій, мали б призводити до однакового результату. Йдеться про те, чи дотримується властивість еквівалентності для наступних операцій додавання: 1) 4+2=?=2+4 (сек.) та 2) для 9+3=?=3+9 (сек.). Середньогрупові дані щодо: а) відтворення інтервалів доданків і б) тих, що мають відповідати результату додавання, а також інтервали-відповіді при додаванні, подано у **табл. 1 і 2**.

З **таблиці 1** слідує, що результат операції додавання є дещо тривалішим за тривалість відтвореного відповідного інтервалу, а саме: 5,902 < 6,073; 5,902 < 5,937; 5,902 < 6,087 (сек.). За Т-тестом було порівняно відтворений 6-секундний інтервал і результати додавання. Для операції 2+4 (сек.) отримано значущу відмінність від відтвореного інтервалу (Т=3,1, р=0,002), для додавання 3+3 (сек.) – аналогічну розбіжність (Т=3,4, р=0,001). Для додавання 4+2 (сек.) не було отримано значущої розбіжності із відтвореним 6-секундним інтервалом (Т<1). Отже, для інтервалів до 6 секунд операція додавання може бути описана радше рівнянням А+В≥С. Це слушно проінтерпретувати як нерівність суб'єктивного досвіду, обмеженого часовим відрізком АС до того ж самого досвіду, але розподіленого на два відрізки – АВ і ВС, навіть попри первинну фізичну рівність: АС=АВ+ВС. Формально для

Таблиця 1

Результати відтворення інтервалів, задіяних у додаванні, і результати операції додавання із очікуваним інтервалом-відповіддю у 6 секунд (для обробки взято дані, що не виходять за межі у \pm два стандартних відхилення від середнього)

Дії та операції (сек.)	Середнє (сек.)	Стандартне відхилення
Відтворені 2	1,913	0,362
Відтворені 3	2,967	0,42
Відтворені 4	3,929	0,379
Відтворені 6	5,902	0,472
Додавання 2 + 4	6,073	0,537 < 0,362 + 0,379
Додавання 4 + 2	5,937	0,498 < 0,379 + 0,362
Додавання 3 + 3	6,087	0,529 < 0,42 + 0,42

часового виміру досвіду в даному діапазоні тривалостей діє рівняння $AC = AB + BC$.

Для стандартних відхилень дійсна нерівність $\sigma_{(A+B)} > \sigma_C$, що і припускалося гіпотезою. Але стандартне відхилення інтервалу, отриманого шляхом додавання, є меншим за суму відхилень інтервалів-доданків $\sigma_{(A+B)} < \sigma_A + \sigma_B$, що вказує на часткову взаємну компенсацію похибок доданків при їх послідовному відмірюванні.

Із *табл. 2*, як і в попередньому випадку, також видно, що результат операції додавання є дещо тривалішим за відповідного відтвореного інтервалу, а саме: $11,876 < 12,006$; $11,876 < 11,953$; $11,876 < 11,965$ (сек.). Результати додавання та відтворення 12-секундного інтервалу було порівняно за Т-тестом. Для операції 3+9 (сек.) отримано маргінальну значущість відмінності від відтвореного інтервалу ($T=1,77$, $p=0,079$), для додавання 9+3 (сек.) та для додавання 6+6 (сек.) не було отримано вагомої розбіжності між відтвореним 12-секундним інтервалом та результатом додавання, відповідно $T=1,18$ та $T=1,4$. Як і раніше, для стандартних відхилень дійсна нерівність $\sigma_{(A+B)} > \sigma_C$, але $\sigma_{(A+B)} < \sigma_A + \sigma_B$. Отож, за чинними результатами має місце зв'язність та випуклість часового виміру в діапазоні тривалостей до 6 секунд і лінійність

із незначною тенденцією до випуклості у діапазоні 12 секунд. При цьому ця властивість розповсюджується як на тривалості, так і на їх варіативність.

Враховуючи, що більшість випадків додавання можна описати нерівністю $A+B \geq C$, виникає питання про походження збільшення тривалості інтервалу-відповіді при додаванні інтервалів. Ймовірно, останнє зумовлено особливостями функціонування часового механізму. В ході аналізу результатів була симульована операція додавання шляхом підсумування відтворених інтервалів-доданків. Підсумки симульованого додавання порівнювались: а) із тривалістю відтвореного очікуваного результату додавання та б) із результатом, здобутим обстежуваним. Ці дані наведено у *табл. 3*.

Звернемо увагу на те, що інтервали 6 сек. та 12 сек. отримані відтворенням фактично не відрізняються від інтервалів, здобутих симульованим додаванням (випадки *a* у *табл. 3*). Отже, $A+B=C$ і, з цього погляду, експериментально отримана нерівність $A+B \geq C$ мають пояснюватись особливостями функціонування часового механізму. До того ж в усіх випадках (*б1* та *б2* у *табл. 3*, третя колонка ліворуч) тривалість інтервалу-результату додавання, отриманого експериментально, є більшою, ніж

Таблиця 2

Результати відтворення інтервалів, задіяних у процес додавання, і результати операції додавання із очікуваним інтервалом-відповіддю у 12 секунд (для обробки взято дані, що не виходять за межі у \pm два стандартних відхилення від середнього)

Дії та операції (сек.)	Середнє (сек.)	Стандартне відхилення
Відтворені 3	2,967	0,42
Відтворені 6	5,902	0,472
Відтворені 9	8,885	0,573
Відтворені 12	11,876	0,573
Додавання 3 + 9	12,006	0,697 < 0,42 + 0,573
Додавання 9 + 3	11,953	0,613 < 0,573 + 0,42
Додавання 6 + 6	11,965	0,555 < 0,472 + 0,472

Таблиця 3

Порівняння за Т-тестом результатів симульованого додавання і тривалості відповідних відтворених інтервалів (серія а) і порівняння додавання в умовах експерименту і симульованого додавання (серії б1 та б2).

Серії дослідів	Порівнювані пари інтервалів (сек.)	Середня різниця між порівнюваними тривалостями (сек.)	Значення Т за Т-тестом	Значущість (р)
а	Відтворені 6 сек та симульоване 2+4	0,059	1,09	0,277
	-- 6 сек та симульоване 3+3	-0,032	0,44	0,656
	-- 12 сек та симульоване 3+9	0,024	0,36	0,714
	-- 12 сек та симульоване 6+6	0,073	0,88	0,38
б1	Експеримент: 2+4 та симульоване 2+4	0,23	3,68	<0,001
	-- 4+2 та симульоване 2+4	0,09	1,66	0,099
	-- 2+4 та симульоване 3+3	0,13	1,8	0,072
	-- 4+2 та симульоване 3+3	0,003	0,04	0,965
	-- 3+3 та симульоване 3+3	0,15	2,07	0,041
	-- 3+3 та симульоване 2+4	0,24	4,1	<0,001
б2	Експеримент: 3+9 та симульоване 3+9	0,15	2,1	0,038
	-- 3+9 та симульоване 6+6	0,2	2,2	0,029
	-- 9+3 та симульоване 3+9	0,1	1,3	0,176
	-- 9+3 та симульоване 6+6	0,14	1,67	0,098
	-- 6+6 та симульоване 3+9	0,11	1,61	0,1
	-- 6+6 та симульоване 6+6	0,16	1,8	0,072

тривалість інтервалу, отриманого шляхом симуляції додавання із застосуванням відтворених інтервалів. Розраховуючи середнє збільшення тривалості для додавання із результатом у 6 секунд (випадки **б1** у табл. 3) та середнє збільшення тривалості для додавання із результатом у 12 секунд, відповідно отримуємо 0,144 та 0,147 секунди. Якщо відштовхуватися від того, що обстежуваний виконує операцію додавання як два послідовні цикли із відмірювання інтервалів-доданків, то це пояснюватиме однаковість означених середніх, що вказують на те, що на "рестарт" часового механізму потрібен час, близький до простої реакції, а саме приблизно 0,14-0,15 сек. Цей час становить витрати на передачу інформації від компаратора до блоку "увага" і потім від нього на компоненту "старт", якщо спиратись на часовий механізм за проспективною моделлю Блока і Цакая [8]. При цьому передача інформації в даному разі займає зазначені 0,14-0,15 сек. Зауважимо також, що сама модель Блока та Цакая [8] не передбачає такого зв'язку, тому отриманий результат доповнює дану модель і водночас показує, що екзекутивна функція із керування роботою часового механізму є до певної міри винесеною "за його межі". Її вплив на роботу цього механізму здійснюється через блок "увага".

Для перевірки дійсності комутативності було проаналізовано вагомість розбіжностей

між операціями 2+4 та 4+2, а також між операціями 3+9 та 9+3. Значуща розбіжність зафіксована для операцій 2+4 та 4+2 ($T=2,54$, $p=0,012$). Відтак $A+B \neq B+A$, що вказує на порушення комутативності. З іншого боку, результати додавання для 3+9 (сек.) та 9+3 (сек.) не різняться ($T<1$), а отже для них комутативність дотримано.

Для перевірки аксіоми В3 було порівняно операції 4+2 та 3+3 й отримано значущу розбіжність для результатів додавання $T=2,73$, $p=0,007$. Однак для операцій 2+4 та 3+3 розходження результатів не набуло статистичної значущості ($T<1$), отож ці операції є еквівалентними, що фіксує певне порушення аксіоми В3: за розподілу на складові відрізки досвіду AD його точки В та С не належать до прямої, що поєднує А та D. У жодному із випадків не було зафіксовано значущої розбіжності між операціями, які в сумі дають 12-секундний інтервал, 3+9 та 9+3 ($T<1$); 3+9 та 6+6 ($T<1$); 9+3 та 6+6 ($T<1$). Тому ці операції можуть розглядатись як тотожні. Таким чином для них задовольняються аксіоми В3 і В4. Загалом з аналізу результатів додавання інтервалів є підстави говорити про неповне дотримання аксіом В3 та В4 для інтервалів у діапазоні 6 секунд. Аксіома В3 стверджує: якщо $B(a, b, c)$ та $B(b, c, d)$, то $B(a, b, d)$. Або іншими словами: якщо b знаходиться між a та c , і c – між a та d , то b перебуває між a та d . За В4:

Таблиця 4

Кореляції стандартних відхилень
інтервалів-доданків і результатів
додавання (N=17)

Додавання	Кореляція і значущість	Відтворення (сек.)			
		2	3	4	6
2+4 сек.	Кореляція за Пірсоном	,594	,440	,616	,580
	Значущість	,012	,078	,008	,015
4+2 сек.	Кореляція за Пірсоном	,359	,625	,421	,437
	Значущість	,157	,007	,093	,079
3+3 сек.	Кореляція за Пірсоном	,036	,230	,469	,397
	Значущість	,890	,374	,058	,115

якщо $B(a, b, d)$ та $B(b, c, d)$, то $B(a, b, c)$, або якщо b знаходиться між a та d , і c – між b та d , то b перебуває між a та c . Якщо відстань $D(a, d)$ позначити як інтервал тривалістю у 6 секунд, і якщо дотримувалися б для нього зазначені аксіоми, то не мали б місця статистично значущі розбіжності для операцій 2+4 та 4+2 ($T=2,54$, $p=0,012$) і 4+2 та 3+3 ($T=2,73$, $p=0,007$). Порушення аксіом проміжності викликає порушення аксіоми з еквідистантності ЕЗ, що стосується інтервалів до 6 сек.

Особливості функціонування компаратора у часовому механізмі, а саме залежність його актуальної чутливості (ϵ) від чутливості при обробці попереднього інтервалу (ϵ_{i-1}), можна дослідити через вплив порядку демонстрації стимулів-доданків на тривалість інтервалу-відповіді. Першочергово нас цікавлять два варіанти демонстрації обстежуваному інтервалів-доданків: 1) “тривалий + короткий”, а саме 9+3 та 4+2 (сек.); 2) “короткий + тривалий”, а саме 3+9 та 2+4 (сек.). Якщо виходити з того, що додавання виконується як послідовне відтворення інтервалів-доданків, то при відтворенні першого доданку поріг чутливості компаратора є таким самим як і за умов звичайного відтворення, а отже не справлятиме істотного впливу на розбіжності у кінцевому результаті. Вирішальним тут має бути поріг чутливості компаратора при відтворенні другого доданку. Веарден [9, с. 35–36] продемонстрував, що збільшення порогу чутливості компаратора (ϵ) може призводити до зменшення тривалості відтвореного інтервалу. Більший перший доданок має збільшувати поріг названої чутливості при відтворенні другого доданку, і через це скорочуватиметься його відтворена тривалість. Навпаки, менший перший доданок має зменшувати поріг чутливості компаратора і тим самим призводити до збільшення відтвореної тривалості другого. З табл. 1 та 2 бачимо, що $2+4=6,073 > 4+2=5,937$ та $3+9=12,006 > 9+3=11,953$ (сек.). В усіх випадках, коли додавання починається із коротшого доданку, поріг чутливості компаратора при відмірюванні другого доданку зменшується під впливом попередньо встановленого порогу чутливості і завдяки цьому збільшується його тривалість. У результаті інтервал-відповідь стає дещо тривалішим, ніж у випадку, коли додавання починається із тривалішого доданку. Іншими словами, в обох парах наведених прикладів при додаванні за схемою “менший + більший” досягається зменшення ϵ для другого доданка,

яке впливає на кінцеву тривалість результату додавання. Відтак чутливість компаратора зазнає ефекту установки, попередня чутливість впливає на актуальну, змінюючи її у свій бік. Це вказує на можливість використання методу заміни задачі [10; 11; 12] для вивчення в подальших експериментах динаміки порогу чутливості компаратора в контексті дії часового механізму.

Показовою для розуміння функціонування часового механізму є кореляція між варіативністю інтервалу-доданка при його простому відтворенні і варіативністю результату додавання. Припущена залежність $\sigma_{\text{відповіді}} = f(\sigma_{\text{доданка}})$ дійсно має місце. Але варто звернути увагу на те, що стандартне відхилення відміряної суми інтервалів корелює не тільки із аналогічними відхиленнями власних доданків, а й з іншими інтервалами-доданками та із відхиленням очікуваного інтервалу-відповіді (табл. 4). Останнє підтверджує, що стандартне відхилення інтервалу відповіді формується щонайменше двома джерелами: а) похибками доданків та б) власною похибкою дії часового механізму. При цьому в другому випадку варіативність набуває більшої вагомості від ступеня збільшення тривалості інтервалу-відповіді, про що емпірично свідчить аналіз кореляції стандартних відхилень, проведений для суми із результатом у 12 сек.

ВИСНОВКИ

1. Використання математичних операцій з часовими інтервалами являє собою новий підхід до вивчення побудови часового виміру

досвіду індивіда, а саме субконцепції тривалості. За результатами, отриманими в даному дослідженні, є підстави говорити про часовий вимір досвіду як простору із змінною кривизною. Для інтервалів до 6 секунд він є простором, у якому діє $A+B>C$, тоді як для інтервалів близьких до 12 секунд цей простір демонструє ознаки лінійного ($A+B=C$).

2. Не виключено, що кривизна субпростору тривалостей залежить також від способу розподілу відрізка часового досвіду на сегменти та від послідовності їх подання. Для інтервалів до 6 секунд порушується при цьому властивість комутативності, тобто $A+B \neq B+A$.

3. Часовий вимір досвіду індивіда мав би бути випуклим простором, адже, на думку П. Гарденфорса, властивість випуклості доречно використати як критерій того, наскільки регіон концептуального простору є натуральною властивістю.

4. Принцип когнітивної економності (cognitive economy), за П. Гарденфорсом [6, с. 70], пояснює, чому когнітивною системою перевага надається випуклим регіонам, а їхнє опрацювання призводить до меншого навантаження при навчанні, до меншого тиску на пам'ять, ніж освоєння довільно сформованих регіонів. Ймовірно саме це пояснює отримані дані стосовно організації часового виміру потоку досвіду в діапазоні секундних тривалостей.

5. Аналіз точності виконання операції та варіативності результату додавання вказує на залежність актуальної чутливості компаратора часового механізму від тривалості попереднього інтервалу. Таким чином продемонстровано складний характер формування цього порогу чутливості в динаміці часового перебігу.

6. Стандартна похибка суми інтервалу, отриманого шляхом додавання, є більшою від похибки відповідного інтервалу, отриманого методом відтворення, що потребує додаткових витрат на координацію роботи часового механізму при виконанні операції додавання. Водночас припускаємо наявність обміну інформацією в межах дії цього механізму в напрямку "компаратор – увага".

7. Однак вирішальні висновки стосовно часової організації виміру людського досвіду, а також щодо особливостей функціонування певних компонент часового механізму, стануть можливі лише на підставі експериментів із використанням інших математичних операцій з часовими інтервалами (віднімання, множення та ділення).

1. Polunin O. Einfache mathematische Operationen mit Zeitintervallen / O. Polunin // Beiträge zur 49. Tagung experimentell arbeitender Psychologen, Trier, 2007 / K.F. Wender, S. Mecklenbräuer, G.D. Rey, T. Wehr (Hrsg.). – Lengerich: Pabst Science Publishers, 2007. – S. 174.

2. Головаха Е.И. Психологическое время личности / Е.И. Головаха, А.А. Кроник. – К.: Наукова думка, 1984. – 208 с.

3. Frederick S. Time discounting and time preference: A critical Review / S. Frederick, G. Loewenstein, T. O'Donoghue // Journal of Economic Literature. – 2002. – Vol. XL. – P. 351–401.

4. Loewenstein G.F. Anomalies in intertemporal choice – evidence and an interpretation. / G.F. Loewenstein & D. Prelec // Quarterly Journal of Economics. – 1992. – №107 (2). – P. 573–597.

5. Prelec D. Beyond time discounting / D. Prelec, G. Loewenstein // Marketing Letters. – 1997. – № 8:1. – P. 97–108.

6. Gärdenfors P. Conceptual spaces: the geometry of thought / P. Gärdenfors. – Cambridge, Massachusetts, London: MIT Press, 2004. – 308 p.

7. Church R.M. Properties of the internal clock / R.M. Church // Annals of the New York Academy of Sciences. – 1984. – Vol. 423. – P. 566–582.

8. Block R. Models of psychological time revisited / R. Block, D. Zakay // Time and Mind / H. Helfrich (Ed.). – Seattle, Toronto, Göttingen, Bern: Hogrefe & Huber Publishers, 1996. – P. 171–195.

9. Wearden J.H. Applying the scalar timing model to human time psychology: progress and challenges / J.H. Wearden // Time and Mind II: Information Processing Perspectives / H. Helfrich (Ed.). – Seattle, Toronto, Göttingen, Bern: Hogrefe & Huber Publishers, 2002. – P. 21–39.

10. Monsell S. Task switching / S. Monsell // Trends in Cognitive science. – 2003. – Vol. 7, № 3. – P. 134–140.

11. Полунін О. Особливості когнітивного переключення із задачі на задачу при використанні часових інтервалів як стимулів // Психологія і суспільство. – 2010. – №1. – С. 159–170.

12. Полунін О. Часові інтервали як стимули в експериментальному методі заміни задачі: нова версія // Психологія і суспільство. – 2009. – №2. – С. 109–115.

АНОТАЦІЯ

Полунін Олексій Васильович.

Додавання суб'єктивних часових інтервалів: експериментальне дослідження.

У статті розглядається застосування операції додавання суб'єктивних часових інтервалів для вивчення властивостей часового виміру досвіду індивіда та особливостей функціонування часового механізму. Експериментально, за допомогою різних комбінацій інтервалів-доданків, досліджено додавання інтервалів, які сумарно дорівнюють 6 та 12 секундам. Доведено, що часовий параметр досвіду має змінну кривизну. Для інтервалів до 6 секунд дійсна нерівність $A+B>C$, тоді як для інтервалів близьких до 12 секунд цей простір демонструє ознаки лінійного ($A+B=C$). Кривизна субпростору тривалостей залежить також від способу розподілу відрізка часового досвіду на сегменти та від

послідовності їх подання. Для інтервалів до 6 секунд отримано порушення комутативності, тобто $A+B \neq B+A$. Аналіз точності додавання та його варіативності вказує на залежність актуальної чутливості компаратора часового механізму від тривалості попереднього інтервалу. Стандартне відхилення інтервалу, отриманого шляхом додавання, є більшим від стандартного відхилення відповідного інтервалу, отриманого методом відтворення, що вимагає додаткових витрат на координацію роботи часового механізму при виконанні операції додавання.

Ключові слова: психологічний час, досвід індивіда, часовий механізм, суб'єктивний часовий інтервал, додавання.

АННОТАЦІЯ

Полунін Олександр Васильович.

Сложение субъективных временных интервалов: экспериментальное исследование.

В статье рассматривается применение операции сложения субъективных временных интервалов для изучения свойств временного измерения опыта индивида и особенностей функционирования временного механизма. Экспериментально, с помощью разных комбинаций интервалов-слагаемых, исследовано сложение интервалов, которые в сумме равняются 6 и 12 секундам. Доказано, что временное измерение индивидуального опыта имеет переменную кривизну. Для интервалов длительностью до 6 секунд действительно неравенство $A+B > C$, тогда как для интервалов близких к 12 секундам временное измерение демонстрирует линейность ($A+B=C$). Кривизна субпространства длительностей зависит также от способа разделения отрезка временного опыта на сегменты и от их последовательности. Для интервалов длительностью до 6 секунд наблюдается нарушение коммутативности, т. е. $A+B \neq B+A$. Анализ точности выполнения сложения и его вариативности указывает на зависимость актуального порога чувствительности компаратора часового механизма от длительности предыдущего

интервала. Стандартное отклонение интервала, полученного путём сложения, превосходит стандартное отклонение соответствующего интервала, полученного методом воспроизведения, что требует дополнительных издержек на координацию работы часового механизма при выполнении операции сложения.

Ключевые слова: психологическое время, опыт индивида, часовой механизм, субъективный временной интервал, сложение.

ANNOTATION

Polunin Oleksiy.

Addition of Subjective Time Intervals: Experimental Research.

The article is devoted to the study of addition of subjective time intervals, that was used for examination of properties of temporal dimension of individual's experience and peculiarities of time mechanism functioning. Using different combinations of summands the addition of time intervals, which results in 6 sec and 12 sec intervals was investigated. According to the results the temporal dimension of experience has rather a variable curvature. For durations until 6 sec the inequality $A+B > C$ seems to be true. But for the longer durations up to the 12 sec the temporal dimension looks like linear one ($A+B=C$). A curvature of duration's space depends also on the division of chain of experience in segments and the succession of these segments. For durations until 6 sec the property of commutativity seems to be untrue $A+B \neq B+A$. From the analysis of addition accuracy and its variability it can be concluded that the threshold of comparator in time mechanism depends on the duration of a previously processed interval. The standard deviation of an interval resulting from addition is bigger than that of a similar but reproduced interval and this demonstrate some additional expenditures for coordination of time mechanism while addition of time intervals.

Key words: psychological time, time mechanism, time interval, addition.

Надійшла до редакції 10.09.2011.