

Хронометричні дослідження в експериментальній психології (західноєвропейські та американські наукові центри)

Представлено загальний огляд психохронометричних досліджень до останньої чверті ХХ сторіччя в західноєвропейських та американських наукових центрах.

Ключові слова: психохронометрія, розвиток, обробка інформації.

Представлен общий обзор психохронометрических исследований до последней четверти ХХ века в западноевропейских и американских научных центрах.

Ключевые слова: психохронометрия, развитие, обработка информации.

Історія наукових хронометричних досліджень налічує більше 150 років.

Використовуючи хронологічний підхід Д. Меєра та співавт. [8], можна виділити чотири основні періоди: донауковий (доісторичний), період розквіту (золотий вік), період занепаду (темний період) та період відродження (табл. 1).

Таблиця 1

Історичний огляд психохронометрії (на основі D.E. Meyer et al., 1988)

Назва періоду	Тривалість періоду	Основні ідеї
Доісторичний	До 1850 року	Віра в неподільний розум Віра в миттєвість думки
Золотий вік (період розквіту)	1850 – 1900	Вимірювання часу передачі нервового імпульсу Метод віднімання Відкриття стадій передачі інформації Представлення кривих швидкості – точність
Темний період (період занепаду)	1900 – 1950	Критика методу віднімання Занепад досліджень швидкості реакції

Відродження	1950 – сьогодні	Розвиток концепцій передачі інформації Представлення методу додаткового фактора Мікроаналіз етапів передачі інформації Порівняльний аналіз результатів серійних та паралельних досліджень Порівняльний аналіз результатів вибірових та лонгitudінальних досліджень
-------------	-----------------	--

Донауковий період в психохронометрії тривав від зародження інтелектуальної активності людини до середини ХІХ сторіччя. Характерним для цього періоду є те, що переважна більшість філософів та науковців не бачила сенсу у вимірюванні чогось необмежено швидкого і такого, що не піддається аналізу за своєю сутністю, хоча в цей самий час вони були авторами багатьох фундаментальних ідей стосовно природи пізнання та діяльності.

Цікаво, що навіть Дж. Мюллер, котрого вважають одним із засновників експериментальної фізіології, висловлював сумнів стосовно можливості вимірювання швидкості нервової діяльності і вважав, що її рівень є приблизно того ж порядку, що й швидкість світла. Не менш цікавим є і те, що астрономи в певному сенсі першими звернули увагу на практичне використання ідеї Дж. Мюллера щодо визначення швидкості розумових процесів.

У 1816 році увагу відомого німецького астронома Фр. Бесселя привернуло повідомлення, надруковане в “Астрономічному журналі”. У ньому говорилось про звільнення асистента Королівського астронома Грінвічської обсерваторії через те, що він неодноразово фіксував “падіння зірок” майже на секунду пізніше, ніж його керівник. Проаналізувавши існуючі матеріали та провівши дослідження, Фр. Бессел звернув увагу на існування різниці у часі реєстрації астрономами одних і тих самих подій на небосхилі. Він запропонував вираховувати так зване “рівняння спостерігача” для кожного, хто спостерігає за небесними світилами. Зрозуміло, що ці думки підштовхнули фізіологів та психологів до вивчення індивідуальних відмінностей на рівні швидкості реакції [1].

Початок наукових досліджень швидкості реакції людини на подразник пов'язаний з роботами датського фізіолога Ф.С. Дондерса (1818 – 1889). Хоча слід зазначити, що його дослідженням передувало вирішення проблем прикладного характеру Ч. Уїтстоуном та М. Хіппом [8]. У 1840 р. англієць Ч. Уїтстоун створив прилад для вимірювання швидкості польоту артилерійських набоїв. Прилад включався за допомогою електрики у той момент, коли набій залишав дуло гармати, і виключався, коли останній попадав у ціль. В 1842 р. швейцарський годинникар М. Хіпп вдосконалив створений Ч. Уїт-

стоуном механізм. Він створив інструмент, пружина якого, коливаючись з частотою 500 Гц, зачіпляла зубчик колеса і таким чином регулювала швидкість повороту колеса годинникового механізму. Пізніше ними була створена інша модель, що базувалась на вібрації з частотою 1000 Гц, вона отримала назву хроноскопа Хіппа.

Варто зазначити, що існували певні труднощі із застосуванням даного приладу. Основною проблемою було те, що в невизначений час пружина починала коливатися на октаву нижче зі швидкістю в два рази меншою, ніж звичайно. Ці зміни можна було почути, тому експериментатору доводилося уважно слухати і припиняти дослідження, коли тон змінювався. Інша проблема була пов'язана з електричним компонентом запуску та зупинки соленоїда, який оперував зчепленням. Час, необхідний як для запуску, так і для зупинки приладу, значною мірою залежав від електричної напруги, тому хроноскоп М. Хіппа завжди використовували в поєднанні з вольтметром. Це давало впевненість в тому, що всі дослідження проводились при одній і тій самій напрузі.

Пізніше над вдосконаленням хроноскопу М. Хіппа працювала лабораторія В. Вундта. Як калібраційний стандарт для хроноскопа було створено інший прилад, що отримав назву контрольного молотка. Він давав можливість визначати інтервал між включенням і виключенням електричних контактів. В буквальному розумінні цього слова цей прилад був схожий на молоточок, який при падінні активізував електричний контакт. Це створювало зчеплення і зупиняло рух хроноскопа. Але для визначення тривалості даного процесу потрібен був інший прилад, причому такий, який міг би вимірювати дуже малі інтервали часу.

Таким приладом став хронограф. Його основними компонентами були циліндр, обгорнутий закопченим папером, та жорстка волосина, приклеєна до камертона, вібрація якого складала 1000 Гц. Таким чином, протягом 1000 мілісекунд відображалось 1000 хвилеподібних кривих, тобто 1 хвиля за 1 мілісекунду. Зчеплення та розчеплення на хроноскопі М. Хіппа, ініційовані контрольним молоточком, залишали відмітки на папері, і кількість хвилемих ліній між відмітками показувала тривалість інтервалу в мілісекундах. В цілому було отримано такий ланцюг: хронограф калібрував контрольний молоточок, який в свою чергу калібрував хроноскоп М. Хіппа, створений для вимірювання швидкості реакції досліджуваного [1; 8].

В середині XIX сторіччя великий внесок у розвиток психохронометрії було зроблено відомим німецьким фізіологом Г. Гельмгольцом. Саме він запропонував використовувати просту сен-

сомоторну реакцію як експериментальне знаряддя в нейрофізіологічних дослідженнях. Використання даного підходу дало можливість Г. Гельмгольцу в 1850 – 1853 роках дослідити швидкість нервової передачі в організмі людини. Отриманий показник складав близько 50 м/с, тобто набагато менше, ніж швидкість звуку, а тим паче світла. В той час це відкриття мало великий вплив на розвиток науки. Як зазначав Е. Борінг [1], експериментальна робота Г. Гельмгольца стала основою для подальших досліджень в галузі експериментальної психології щодо хронометрії мисленневих процесів та швидкості реакції.

А тепер повернемося до досліджень Ф.С. Дондерса. Вони припадають на другу половину XIX сторіччя, і їх значення неможливо переоцінити. Саме Ф.С. Дондерсу належить умовивід, що розум – це не мозок, а результат діяльності мозку. Ф.С. Дондерс захопився дослідженням взаємозв'язку між феноменом розумової діяльності та функціонуванням мозку. Його цікавило питання, чи можна виміряти час, необхідний для здійснення елементарного розумового процесу. Перші експерименти Ф.С. Дондерса полягали у вимірюванні часу реакції досліджуваного на електричні подразнення правої або лівої ноги. Цей показник становив у середньому 1/5 секунди і практично є першим вимірюванням швидкості реакції людини. Досліджуваному потрібно було натискати на телеграфний ключ правою або лівою рукою залежно від того, ступня якої ноги подразнювалась. Пропонувалось три завдання: для визначення тривалості простої сенсомоторної реакції (засвітилась лампочка – натисни на кнопку), тривалості реакції розрізнення (засвітилась зазначена лампочка із п'яти – натисни на кнопку, засвітились інші – не реагуй) та реакції вибору (на вмикання кожної лампочки із п'яти запропонованих потрібно реагувати натисканням відповідної кнопки).

Досліджуючи тривалість реакції як процесу, що триває в період між появою подразника і реалізацією відповіді, Ф.С. Дондерс сформулював закон сумативності психічного (пізнавального) процесу. Він вважав, що шляхом віднімання тривалості простої реакції від тривалості складної можна вирахувати складові, які організм витрачає на виявлення стимулу, його ідентифікацію та вибір варіанту відповіді. Цей підхід базується на постулаті адитивності (від англ. to add – додавати), тобто послідовності окремих стадій пізнавального процесу, і отримав назву методу віднімання (subtractive method).

Варто зазначити, що Ф.С. Дондерс усвідомлював важливість розпочатих досліджень, що не раз підкреслював у своїх працях [5].

Вимірювання швидкості розумових процесів були продовжені В. Вундтом, вчителями якого були такі видатні вчені, як Г. Гельм-

гольц та Е. Дюбуа-Реймонд. Створена ним психологічна лабораторія у Лейпцигу стала моделлю, за якою було відкрито більше десяти подібних науково-дослідних центрів у всьому світі. В. Вундт започаткував такий напрям, як розумова хронометрія (mental chronometry), що став одним із основних в психологічних дослідженнях періоду 1870 – 1950 рр. Основні положення цього напрямку було викладено у його книзі “Grundzuge der Physiologischen Psychologie”, що вийшла у світ в 1873 році. Можна із впевненістю сказати, що і в наш час праці В. Вундта мають неабиякий вплив на наукові дослідження в психології, фізіології та медицині.

А в 1886 році під керівництвом В. Вундта у Лейпцигу дисертацію, присвячену психометричним дослідженням, захищає молодий талановитий науковець Дж. Кеттел. Після захисту він розпочинає роботу в університеті м. Пенсильванія (США), де стає одним із фундаторів Американської психологічної асоціації (АПА), а пізніше і її четвертим президентом. Разом із Дж. Балдуїном в 1897 році Дж. Кеттел засновує журнал “Психологічний огляд” (“Psychological Review”). В 1900 році він викупляє занепадаючий журнал у А. Белла і на його основі створює один із провідних наукових часописів світу – “Наука” (“Science”), видавцем якого Дж. Кеттел був майже 50 років.

На початку 30-х років ХХ сторіччя розпочав свої дослідження Дж. Струп (1897 – 1973). Його зацікавили зауважені Дж. Кеттелом індивідуальні відмінності у часі, необхідному для розпізнання та читання назв кольорів. А вже в 1935 році в журналі експериментальної психології Дж. Струпом було представлено новий метод хронометричних досліджень, що був складовою частиною його дисертаційної роботи [8].

Сутність завдання полягає у тому, що досліджуваному необхідно назвати колір чорнила, яким написано назву кольору, намагаючись ігнорувати при цьому зміст самого слова. Так, наприклад, якщо слово зелений надруковано червоними чорнилами, то досліджуваний має сказати червоний. Пропонується чотири картки. На першій з них всі слова надруковані чорним кольором. Надругій назви кольорів надруковані конфліктним кольором (наприклад, слово червоний надруковано зеленим чорнилом). Третя картка містить різнокольорові батареї Х, і досліджуваному потрібно назвати колір кожної з них. Четверта знову включає назви кольорів, надруковані конфліктним кольором. Оцінюється час, необхідний для обробки кожної картки.

Варто зазначити, що одна із базових версій передбачає вимову вголос кольору чорнила, ігноруючи при цьому зміст слова, а в іншій досліджуваного просять читати вголос слова, незважаючи на колір друку. Експериментальні дослідження, які проводив Дж. Струп,

передбачали обробку 10 карток по 10 стимулів у кожній. Даний метод здобув широке визнання та застосування як в академічних колах, так і серед практикуючих психологів, і в дещо модифікованому вигляді і тепер використовується при проведенні психометричних досліджень.

Період занепаду (так званий темний період) в розвитку психохронометрії припадає на першу половину ХХ сторіччя. В 1893 році вийшла у світ праця одного із учнів В. Вундта – О. Кюлре, де метод віднімання було піддано нищівній критиці. Ця публікація була викликана тим, що результати досліджень тривалості складових реакції, одержані в різних лабораторіях, суттєво відрізнялись між собою. І хоча було очевидно, що потрібно враховувати фактор індивідуальних відмінностей, і що тривалість процесів, які забезпечують сприйняття та диференціацію подразників, прийняття рішення, реакцію на стимул і т.ін. не можна звести до простої алгебраїчної суми окремих стадій, що використання різних методичних підходів і завдань також не сприяло уніфікації результатів, різка критика з боку учня В. Вундта призвела до зменшення інтенсивності психохронометричних досліджень.

Звичайно, не можна сказати, що вивчення даних питань було припинено взагалі і протягом даного періоду не з'явилися значущі публікації. Важлива роль належить дослідженням динаміки нервових процесів, проведеним Р. Вудвортом (1939) та Г. Шлосбергом (1954), взаємозв'язку між сприйняттям та відповіддю Дж. Струпа, рефрактерного періоду К. Телфорда та іншим. Але порівняно з попереднім і наступним періодами, протягом зазначеного часу мав місце суттєвий спад.

Середина ХХ сторіччя ознаменувалась новим витком досліджень в даному напрямку, що дало початок етапу ренесансу психохронометрії в цілому. Частково цей поштовх був пов'язаний із досягненнями в комп'ютерних науках та зв'язку, що не могло не вплинути як на методику психохронометричних досліджень, так і на обробку та інтерпретацію результатів. З цієї точки зору найбільш відомими є роботи У. Хіка [6], які базувались на ідеях математичної комунікаційної теорії для інтерпретації взаємозалежності між швидкістю і точністю виконання завдань, а також нові підходи щодо визначення правильності відповіді як функції швидкості, запропоновані Дж. Шутеном та Дж. Беккером [11], А. Рідом [12] та А. Корбетом і У. Вікельгреном [5].

Широкого визнання також набув методичний підхід аналізу результатів психохронометричних досліджень, запропонований С. Стенбергом [14, 15]. Він отримав назву методу додаткового

фактора, а схема переробки інформації – моделі окремих стадій. Даний методичний підхід було створено з метою вивчення стадій обробки інформації та факторів, що впливають на їхню тривалість. Сутність його полягає в тому, що якщо процес обробки інформації умовно поділити на окремі стадії і виділити, наприклад, три різні фактори F1, F2 і F3, які впливають на тривалість цих стадій (F1 впливає на початкову фазу, F2 – на наступну, F3 – на більш пізню), то швидкість реакції представлятиме собою суму тривалостей зазначених фаз та результату впливу факторів F1, F2 і F3. Якщо ж фактори впливають на одну і ту ж саму стадію, то результат буде визначатися їх взаємодією.

Подальші психохронометричні дослідження, проведені в 60-х роках У. Найсером та Х. Беллером [11], дали можливість висловити припущення щодо існування паралельних етапів обробки інформації. Так, наприклад, їх результати показали, що швидкість зорово-моторної реакції була приблизно однаковою при пред'явленні як 2, так і 10 літер.

Ці дослідження знайшли розвиток і концептуальне узгодження у роботах Дж. Макклеланда [7], яким було запропоновано каскадну модель обробки інформації. Вона передбачає виконання суб'єктом завдання, що включає такі етапи, як розрізнення стимулу, активацію пам'яті (пошук відповідної інформації), прийняття рішення, вибір відповіді і т.д. На думку Дж. Макклеланда, ці процеси не відбуваються у строго зазначеній послідовності; деякі з них можуть здійснюватися одночасно, тобто паралельно, при неперервному переході активації від одного процесу до іншого.

Подальші дослідження проводились в різних напрямках, включаючи як альтернативні підходи (паралельність чи послідовність стадій), так і поєднання різних моделей. У 80-х роках продовжувались, зокрема, роботи щодо вдосконалення методик дослідження сенсомоторних реакцій та швидкості інформаційних процесів в цілому. Як зазначають Д. Меєр та співавт. [8], стало зрозумілим, що подальший прогрес в психохронометрії буде пов'язаний з двома основними теоретичними засадами:

– перша стосується складових часу реакції (оцінка подразника, підготовка відповіді і т.д.) – чи ці процеси взаємодіють, “переплітаються” між собою, відбуваються вони одночасно чи послідовно (перевага надавалась гіпотезі паралельних стадій);

– друга базується на наданні переваги теорії безперервного трансформування інформації та її передачі у вигляді постійного вихідного потоку порівняно із гіпотезою об'єднання окремих трансформацій та передачі інформації у вигляді окремих проміжних порцій.

Значний внесок у дослідження цих питань було зроблено Дж. Міллером [9]. Він вивчав можливість впливу підготовки досліджуваних до виконання завдань на швидкість їхньої реакції. Така підготовка здійснювалась шляхом презентації їм певних послідовностей подразників. Результати цих досліджень показали, що у більшості випадків попередня оцінка стимулів впливає на процес підготовки відповіді, і в часі вони переплітаються між собою.

Так, наприклад, один з підходів передбачав короткотривалу (500 мс) експозицію попереджувального сигналу. За ним слідував перший подразник, тривалість дії якого могла коливатись в межах 0 – 700 мс. Цей стимул міг предсталати собою послідовність літер, які утворюють слово (напр., TREE), або ж просто їх довільний набір (напр., MAFE). Досліджуваному не потрібно було відповідати на даний подразник, він був лише сигналом про те, що наступний стимул буде тестовим. І що дуже цікаво, було виявлено тісний зв'язок між лексичним статусом попереджувального сигналу і просторовою орієнтацією при відповіді на тестовий подразник. Коли попереджувальний стимул був словом, досліджуваний для відповіді обирав праву стрілку, що передбачала використання правої руки, а отже, і активацію лівої, тобто вербальної, півкулі (у правшів). Якщо ж стимулом був беззмстовний набір літер, домінувало використання лівої стрілки, що передбачала відповідь лівою рукою, а отже, активацію правої півкулі.

Вплив підготовчого періоду різної тривалості та складності на швидкість реакції досліджували Д. Меєр та співавт. [8]. Ними було показано, що кількість швидких реакцій зростала по мірі збільшення тривалості експозиції попереджувального сигналу (від 200 до 700 мс). На підставі отриманих результатів було зроблено висновок про те, що кількість складових часу реакції може залежати від величини комплексу подразник – відповідь, складності мозкової організації відповідних процесів та ефектора, що забезпечує реагування.

Що стосується впливу величини подразника на швидкість реакції, то насамперед слід згадати дослідження С. Стернберга [14, 15]. Їх метою, зокрема, було отримання відповіді на питання, чи збільшення кількості цифр в наборі, що виступав у ролі подразника, буде потребувати зростання кількості етапів обробки інформації, необхідних для прийняття рішення – відповіді. В ході експерименту пропонувалось запам'ятати набір одиничних цифр від 0 до 9 (короткочасна пам'ять). Потім досліджуваному знову демонстрували набір цифр, і йому потрібно було якнайшвидше відповісти, чи ці цифри співпали з попереднім набором чи ні. Розмір початкового набору виступав у ролі незалежної змінної, а час реакції досліджуваного –

залежної. Результати цих досліджень показали, що кожна додаткова цифра, додана до набору, і яку досліджуваний утримував у короткочасній пам'яті, збільшувала час реакції на 38 мс.

Пізніше Л. Купер і Р. Шепард [3] запропонували так зване ротаційне завдання, сутність якого полягала у тому, що досліджуваному демонстрували літеру або число як у звичному для сприйняття вигляді, так і зі зворотнього боку, як у горизонтальному напрямі, так й у поверненому на певну кількість градусів (звідси і походить назва завдання, англ. rotation – обертання). Отже, час реакції досліджуваного залежав від того, наскільки швидко він розпізнавав подразник – пряме чи зворотнє зображення, уявно розвертав його до звичного положення і приймав рішення. Результати цих досліджень показали, що швидкість реакції є найбільшою при звичному розташуванні подразника, і сповільнюється при ускладненні завдання – необхідності розпізнавати стимул та подумки повертати його. Причому, зростання часу реакції спостерігалось при зміні кута ротації від 0 до 180 градусів, і зменшення – від 180 до 360 градусів. Слід зазначити, що для досліджуваних не був принциповим напрям повороту подразника – за чи проти часової стрілки, обирався найкоротший шлях. Аналогічні результати були отримані і при використанні тривимірних фігур.

Підтвердженням припущення щодо залежності швидкості реакції від складності завдання стали також результати досліджень Джаста і Карпентера та Х. Кларка і В. Чейса [2]. Використовувались чотири типи речень: правдиві стверджувальні (ПС), неправдиві стверджувальні (НС), правдиві заперечні (ПЗ), неправдиві заперечні (НЗ). Пропонувався малюнок, який потрібно було пов'язати з одним із речень і вирішити, підходить речення до малюнка чи ні. Саме від типу речення залежала кількість процесів, необхідних для прийняття рішення. Як свідчать результати досліджень, найшвидша реакція пов'язана з ПС реченнями, і далі по мірі зменшення швидкості – НС, НЗ і ПЗ речення.

Наступні етапи психохронометричних досліджень, пов'язані із залученням методів пізнавальної психофізіології, будуть розглянуті нами у подальших публікаціях.

Список використаних джерел

1. Boring, E.G. A history of experimental psychology. – New York: Appleton – Century – Crofts, 1950. – P. 10 – 98.
2. Clark, H.H., Chase, W.G. On the process of comparing sentences against pictures // Cognitive Psychology, 1972. - V. 3. - P. 472 – 517.

3. Cooper, L.A., Shepard, R.N. Chronometric studies of the rotation of mental Images. In W.G. Chase (Ed.) Visual information processing. – New York: Academic Press, 1973. – P. 75- 176.
4. Corbett, A.T., Wickelgren, W.A. Semantic memory retrieval: Analysis by accuracy tradeoff functions // Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1978. – V. 30. – P. 1 – 15.
5. Donders F.C. On the speed of mental processes (transl. by W.G. Koster). – Amsterdam: North – Holland Publishing Co, 1868 / 1969. – P. 412 – 431.
6. Hick, W. E. On the rate of gain of information // Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1952, 4, 11 – 26. Just, M.A., Carpenter, P.A. Comprehension of negation with quantification // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1971. – V. 10. - P. 244 – 253.
7. McClelland, J.L. On the time relations of mental processes: An examination of systems of processes in cascade // Psychological Review, 1979. – V.86. – P. 287– 330.
8. Meyer, D.E., Osman, A.M., Irwin, D.E., Yantis, S. Modern mental chronometry // Biological Psychology, 1988. – V. 26. – P. 3 – 67.
9. Miller, J.O. Discrete and continuous models of human information processing: Theoretical distinctions and empirical results. // Acta Psychologica, 1988. – V. 67. – P. 191 – 257.
10. Neisser U. Decision-time without reaction-time: Experiments in visual scanning // American Journal of Psychology, 1963. – V. 76, – P. 376 – 385.
11. Neisser U., Beller, H.K. Searching through word lists // British Journal of Psychology, 1965. – V. 56. – P. 349-358.
12. Reed, A.V. List length and the time course of recognition in immediate memory // Memory and Cognition, 1976. – V. 4. – P. 16-30.
13. Schouten, J.F., Bekker, J.A.M. Reaction time and accuracy // Acta Psychologica, 1967. – V. 27. – P. 143 – 153.
14. Sternberg, S. High-speed scanning in human memory // Science, 1966. – V. 153. – P. 652-654.
15. Sternberg, S. The discovery of processing stages: Extensions of Donders' method. In W.G. Koster (Ed.), Attention and performance II. - Amsterdam, North – Holland, 1969. – P. 276 – 315.

Summary: This is a review of the mental chronometry researches until the last quarter of the 20th century in the Western and American scientific centers.

Key words: mental chronometry, development, information processing.

Отримано: 19.03.2010