

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет психології
Кафедра експериментальної та прикладної психології

**“ІНГІБІТОРНИЙ КОНТРОЛЬ, ОНОВЛЕННЯ РОБОЧОЇ
ПАМ’ЯТІ ТА КОГНІТИВНА ГНУЧКІСТЬ У МОЛОДІ З РІЗНИМ МОВНИМ
ДОСВІДОМ”**

Випускна кваліфікаційна робота магістра

Спеціальність 053 Психологія

ОС “Нейропсихологія”

Каїсі Сабріна Рафіківна

Науковий керівник

Ягіяєв Ілля Ігорович

Допустити до захисту в ЕК

**кафедра експериментальної та прикладної
психології**

Протокол № від

Завідувач кафедри:

кандидат психологічних наук, доцент

Малишева Каріна Олегівна

_____ (підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
РОЗДІЛ 1: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОМОВНОСТІ ТА ВИКОНАВЧИХ ФУНКЦІЙ.....	6
1.1. Виконавчі функції як предмет нейропсихологічного дослідження.....	6
1.2. Нейрокогнітивні основи багатомовності.....	17
1.3. Багатомовність як чинник виконавчих функцій.....	31
Висновки до Розділу 1.....	42
РОЗДІЛ 2: ОРГАНІЗАЦІЯ ЕМПІРИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ ВИКОНАВЧИХ ФУНКЦІЙ З БАГАТОМОВНІСТЮ.....	45
2.1 Обґрунтування дизайну дослідження.....	45
2.2 Вибірка дослідження.....	47
2.3. Методи збору даних.....	48
2.4 Процедура проведення дослідження.....	52
2.5. Методи статистичного аналізу.....	53
РОЗДІЛ 3: АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	57
3.1 Попередня обробка даних.....	57
3.2 Описова статистика.....	57
3.3 Кореляційний аналіз.....	62
3.4 Порівняльний аналіз між групами.....	62
3.5 Ієрархічна множинна регресія.....	63
Висновки до Розділу 3.....	74
ВИСНОВКИ.....	76
Список використаних джерел.....	78
ДОДАТКИ.....	86

ВСТУП

Актуальність:

Україна є одним із найбільш багатомовних суспільств Східної Європи, де питання мовної ідентичності набуває особливого виміру на тлі сучасних суспільно-політичних подій. Більшість громадян щоденно функціонують у середовищі, де українська, російська та англійська мови співіснують у різних соціальних контекстах, а міграція після 2022 року значно розширила мовний репертуар значної частини населення за рахунок польської, німецької, чеської та інших мов. Таким чином, українське суспільство становить унікальний природний «полігон» для вивчення наслідків багатомовності, без штучного відбору учасників, адже багатомовність тут є радше нормою, ніж винятком.

Попри це, когнітивні наслідки багатомовності в українському контексті залишаються практично недослідженими. Переважна більшість існуючих робіт із білінгвальної когніції базується на вибірках із Західної Європи, Канади та США, де мовний досвід суттєво відрізняється за структурою, соціальним статусом мов і характером їх засвоєння. Перенесення цих результатів на українську реальність є методологічно проблематичним, оскільки не враховує специфіку слов'янського мовного середовища, де багато мов є структурно близькими, а межа між «рідною» та «іноземною» мовою часто розмита.

Окремого значення набуває питання зв'язку між мовною практикою та виконавчими функціями мозку: увагою, робочою пам'яттю та когнітивною гнучкістю в умовах, коли суспільство переживає інтенсивну мовну трансформацію. Розуміння того, чи справді щоденне використання кількох мов зміцнює когнітивний контроль, має практичне значення для освітньої та мовної політики, зокрема в контексті дискусій про багатомовну освіту, раннє навчання іноземних мов і збереження мовного різноманіття в Україні.

Об'єкт дослідження: виконавчі функції;

Предмет дослідження: інгібіторний контроль, оновлення робочої пам'яті та когнітивна гнучкість у молоді з різним мовним досвідом;

Мета дослідження: Дослідити роль багатомовності як предиктора ефективності виконавчих функцій у молоді, визначивши характер і специфіку зв'язку між кількісними та якісними характеристиками мовного досвіду і показниками інгібіторного контролю, оновлення робочої пам'яті та когнітивної гнучкості.

Завдання дослідження:

1. Здійснити теоретико-методологічний аналіз наукової літератури з проблематики виконавчих функцій та їх нейропсихологічних механізмів.
2. Проаналізувати сучасні підходи до визначення та операціоналізації багатомовності як психологічного і нейрокогнітивного конструкту.
3. Систематизувати теоретичні моделі та емпіричні дані щодо зв'язку багатомовності з виконавчими функціями.
4. Розробити та апробувати дизайн емпіричного дослідження, що включає батарею нейрокогнітивних тестів і анкетування мовного профілю респондентів.
5. Емпірично дослідити зв'язок між характеристиками мовного досвіду і показниками виконавчих функцій у вибірці дорослих.
6. Проаналізувати модеруючий вплив якості сну та рівня стресу на зв'язок між багатомовністю та виконавчими функціями.
7. Інтерпретувати отримані результати у контексті сучасних теоретичних моделей і визначити напрями подальших досліджень.

Теоретичну основу дослідження складають трикомпонентну модель виконавчих функцій Miyake et al. [63]; ; Модель інгібіторного контролю Green [35] та Гіпотеза адаптивного контролю Green & Abutalebi [36] як теоретичні рамки для пояснення механізмів мовного контролю;

Для розв'язання мети та вирішення поставлених завдань у роботі було застосовано такі методи дослідження:

- А. *теоретичний*: аналіз, синтез, порівняння, узагальнення, систематизація наукових даних;
- В. *емпіричний*: анкета демографічних даних, анкета мовного профілю, тест Струпа як міру інгібіторного контролю, n-back парадигму як міру оновлення робочої пам'яті, парадигму переключення завдань (task switching) як міру когнітивної гнучкості.
- С. *статистичні*: попередня обробка даних, первинна описова статистика, кореляційний аналіз, порівняльний аналіз між групами та ієрархічна множинна регресія.

Наукова новизна:

Дослідження вперше розглядає зв'язок між багатомовністю та виконавчими когнітивними функціями на українськомовній вибірці. На відміну від більшості попередніх робіт, які порівнюють монолінгвів із білінгвами, дане дослідження зосереджується на діапазоні багатомовності (від 2х мов), що відповідає реальному мовному профілю сучасного українського суспільства. Окрема увага приділяється не лише кількості мов, а й якісним характеристикам мовного досвіду, таким як: частоті використання, рівню компетенції, статусу мови як рідної чи іноземної та віку початку вивчення найранішньої мови, що дозволяє отримати більш диференційоване розуміння механізмів впливу багатомовності на когніцію.

Практичне значення:

Результати можуть бути використані для розробки та впровадження навчальних програм, що стимулюють вивчення декількох іноземних мов як інструменту розвитку когнітивної гнучкості та оновлення робочої пам'яті студентів.

Також результати дослідження дають підґрунтя для популяризації вивчення мов як доступного способу покращення когнітивного контролю та здатності до ефективного перемикавання між завданнями у повсякденному житті.

Результати на молодій вибірці є маркерами раннього формування когнітивного резерву. Це важливо для розробки стратегій профілактики вікових когнітивних знижень у майбутньому.

Вивчення нових мов можна рекомендувати як дієвий інструмент для розвитку когнітивної гнучкості та здатності адаптуватися до нових умов (shifting).

Оскільки оновлення робочої пам'яті корелює з частотою використання мови, а не лише з фактом її знання, вчителям іноземних мов варто фокусуватися на активній комунікації (спілкуванні), а не лише на пасивному вивченні граматики.

РОЗДІЛ 1: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОМОВНОСТІ ТА ВИКОНАВЧИХ ФУНКЦІЙ

1.1. Виконавчі функції як предмет нейропсихологічного дослідження

Поняття та підходи до визначення ВФ

У сучасній когнітивній психології та нейропсихології виконавчі функції (executive functions, EF) розглядаються як сукупність вищих регуляторних процесів, що забезпечують цілеспрямовану, адаптивну та контрольовану поведінку в умовах новизни, невизначеності або конфлікту між конкуруючими реакціями.

Попри відносно усталене використання терміна, у науковій літературі відсутнє єдине універсальне визначення виконавчих функцій. Це зумовлено їхньою багаторівневою природою та тим, що вони проявляються у різних когнітивних сферах: від контролю уваги до регуляції поведінки в соціальному контексті. Більш загально виконавчі функції можна визначити як систему процесів когнітивного контролю, що забезпечують підтримання цілей, придушення нерелевантних реакцій та адаптацію поведінки під зміни умов навколишнього середовища.

Концепція виконавчих функцій сформувалася на основі нейропсихологічних досліджень лобних відділів мозку. О. Лурії заклав основу розуміння фронтальних структур як системи програмування та регуляції складної психічної діяльності [58]. І надалі цей підхід був розвинений у сучасній когнітивній нейронауці, де виконавчі функції почали розглядатися як центральний механізм когнітивного контролю, пов'язаний насамперед із діяльністю префронтальної кори.

В функціональному плані виконавчі функції відіграють ключову роль у забезпеченні саморегуляції поведінки. ВФ дозволяють індивіду відкладати автоматичні або імпульсивні реакції, підтримувати фокус на значущій меті та координувати послідовність дій у складних завданнях.

Виконавчі функції також розглядаються у зв'язку з індивідуальними відмінностями в навчанні, професійній діяльності та психічному здоров'ї, тощо. Зокрема, ефективність виконавчого контролю пов'язують із здатністю до планування, самоконтролю, навчання на основі досвіду та адаптації до нових вимог середовища. У цьому контексті виконавчі

функції виступають базовим когнітивним ресурсом, що визначає загальну ефективність інтелектуальної діяльності. Вивчення виконавчих функцій є ключовим для розуміння механізмів адаптивної поведінки та індивідуальних відмінностей у когнітивному функціонуванні.

Основні підходи до визначення виконавчих функцій

Теоретичний дискурс щодо природи виконавчих функцій (ВФ) характеризується відсутністю єдиного визначення, що зумовлено міждисциплінарним характером цього конструкту. У сучасній літературі виконавчі функції розглядаються як парасольковий термін (*umbrella term*), що охоплює спектр когнітивних процесів високого рівня, необхідних для цілеспрямованої регуляції поведінки, думок та емоцій, особливо в умовах новизни або при необхідності подолання автоматизованих реакцій [24, 34].

Історичний ретроспектив та нейропсихологічна генеза

Концептуальне коріння виконавчих функцій сягає досліджень функцій лобових часток мозку. Фундаментальний внесок у розуміння регуляторної ролі префронтальної кори (ПФК) зробив О. Лурія (1966), який виділив у структурі мозку третій функціональний блок - блок програмування, регуляції та контролю складної психічної діяльності. Хоча автор не використовував термін «виконавчі функції», його опис здатності людини до формування намірів, планування дій та моніторингу їх виконання став теоретичним підґрунтям для майбутніх досліджень.

Безпосереднє введення терміну «виконавчий» (*executive*) у західну психологічну науку пов'язують із працями К. Прібрама [75], який акцентував увагу на ієрархічній перевазі фронтальних часток у структурі пізнання. Надалі М. Лезак [52] остаточно закріпила це поняття, розмежувавши когнітивні функції (відповідають на питання «що» і «як» обробляється інформація) та виконавчі функції (відповідають на питання «чи буде здійснена дія» та «яким чином»). Такий розподіл заклав основу для клініко-нейропсихологічного підходу, де ВФ визначаються як здатність до самостійної, соціально прийнятної та ефективної діяльності [53].

Клініко-нейропсихологічний підхід: акцент на цілісності та адаптації

Клінічний напрям вивчення ВФ базується на аналізі поведінкових патернів пацієнтів із вогнищевими ураженнями лобових часток. У межах цього підходу ВФ розглядаються як системна здатність до організації діяльності. Представники цього напрямку, зокрема Д. Стусс [86], наголошують на важливості розрізнення анатомічних структур (лобові частки) та психологічних функцій (виконавчий контроль).

Ключовим аспектом клінічного підходу є концепція «дизегзекутивного синдрому» [9], що проявляється в інертності, нездатності до перемикавання, порушенні вольової регуляції та дефіциті критичності. Важливою теоретичною розробкою стала модель Стусса та Бенсона (1986 року), яка постулює ієрархічну організацію мозкових процесів, де на вершині стоять самоусвідомлення (self-awareness) та виконавчий контроль. Цей підхід підкреслює, що ВФ забезпечують не лише інтелектуальні операції, а й особистісну цілісність суб'єкта.

Когнітивно-експериментальний підхід: архітектура процесів

З розвитком когнітивної психології фокус досліджень змістився з опису загальних синдромів на детальне вивчення внутрішньої архітектури когнітивних процесів. Виконавчі функції почали трактуватися як механізми контролю обробки інформації з обмеженим ресурсом.

Однією з найбільш впливових у цьому напрямі стала модель системи супервізорної уваги (Supervisory Attentional System, SAS) Д. Нормана та Т. Шалліса (1986). Автори припустили наявність дворівневої системи регуляції: перший рівень (contention scheduling) відповідає за автоматичне виконання звичних дій, тоді як другий рівень (SAS) втручається лише в конфліктних, нових або небезпечних ситуаціях, де автоматизми є неефективними. Ця модель стала теоретичним містком між дослідженнями уваги та концепцією виконавчого контролю.

Структурно-компонентний підхід: Unity and Diversity

Сучасна етап моделювання ВФ ознаменувався прагненням до операціоналізації та емпіричної верифікації структури цього конструкту. Найбільш цитованою та науково обґрунтованою на сьогодні є модель А. Міяке та Н. Фрідмана [63]. На основі аналізу латентних змінних дослідники довели, що виконавчі функції мають структуру «єдності та різноманітності» (unity and diversity).

Згідно з цією моделлю, існують три відносно незалежні, але корелюючі між собою базові компоненти:

1. **Гальмування (Inhibition)** - здатність пригнічувати домінуючі, автоматичні або переважаючі реакції.
2. **Оновлення (Updating)** - моніторинг та оперативне кодування інформації в робочій пам'яті.
3. **Перемикання (Shifting)** - здатність гнучко переходити між різними завданнями або ментальними установками.

Ця модель дозволила подолати теоретичну невизначеність, запропонувавши конкретний інструментарій для вимірювання ВФ, що став золотим стандартом у когнітивній нейронауці. Розширення цієї моделі Адель Даймонд [24] додало ієрархічності: на базі трьох основних компонентів Міяке формуються виконавчі функції вищого порядку, такі як планування, розв'язання проблем та міркування (fluid intelligence).

Еволюційний та ресурсний підходи

Окреме місце у визначенні ВФ посідає модель Р. Барклі [10, 11], яка розглядає виконавчий контроль в контексті еволюційної адаптації та здатності до відтермінування винагороди. Барклі визначає ВФ як дії, спрямовані на самого себе з метою зміни власної поведінки для досягнення майбутніх цілей. Його підхід акцентує увагу на часовому аспекті: ВФ дозволяють людині вийти за межі «тут і зараз», використовуючи минулий досвід для моделювання майбутнього.

Зовсім нещодавно в науковий обіг увійшли ресурсні теорії когніції, де ВФ розглядаються як енергозатратна система розподілу обмежених метаболічних та когнітивних ресурсів [27, 44]. У цьому контексті ВФ визначаються через їхню чутливість до виснаження (ego depletion) та впливу стресогенних чинників, що є надзвичайно релевантним для досліджень у галузі психолінгвістики та когнітивного навантаження.

Компонентна структура (модель Miyake)

Центральною проблемою у вивченні виконавчих функцій (ВФ) є питання про їхню внутрішню організацію: чи є виконавчий контроль єдиним уніфікованим процесом, чи являє собою сукупність відносно незалежних механізмів. Переломним у вирішенні цього питання стало дослідження Miyake et al. [63], у якому за допомогою конфірматорного факторного аналізу та структурного моделювання латентних змінних було емпірично верифіковано трикомпонентну модель виконавчих функцій. Автори запропонували концепцію «єдності та різноманітності» (unity and diversity), відповідно до якої ВФ характеризуються як спільною когнітивною основою, так і функціональною специфічністю кожного з компонентів [63].

Згідно з цією моделлю, виконавчі функції утворені трьома відносно незалежними, але взаємопов'язаними компонентами: інгібіторним контролем (inhibition), оновленням робочої пам'яті (updating) та когнітивною гнучкістю, або переключенням (shifting). Помірні, але статистично значущі кореляції між компонентами свідчать про наявність спільного фактора виконавчого контролю (Common EF), тоді як унікальна дисперсія кожного компонента підтверджує їхню функціональну самостійність [30].

Інгібіторний контроль (inhibition) визначається як здатність цілеспрямовано пригнічувати домінуючі, автоматизовані або нерелевантні реакції з метою підтримки цільової поведінки [24]. Цей компонент охоплює щонайменше два взаємопов'язані рівні: гальмування поведінкових реакцій (response inhibition) та контроль когнітивної інтерференції (interference control). Перший забезпечує здатність утримуватися від імпульсивних дій, тоді як другий регулює відбір релевантної інформації в умовах конкуренції стимулів [74]. Методологічно інгібіторний контроль найчастіше операціоналізується через тест Струпа (Stroop Color-Word Test), у якому піддослідний має пригнічувати автоматичну реакцію читання слова та натомість називати колір шрифту [85, 59].

Оновлення робочої пам'яті (updating) передбачає динамічний моніторинг та оперативне перекодування інформації, що надходить до робочої пам'яті, а також заміну застарілих, нерелевантних репрезентацій на актуальні [63]. На відміну від простого утримання інформації, оновлення є активним процесом маніпуляції змістом, що реалізується через функцію центрального виконавця у межах моделі робочої пам'яті

Baddeley [8]. Цей компонент є критично важливим для послідовного виконання складних когнітивних завдань, де необхідно безперервно відслідковувати та коригувати ментальні репрезентації. В емпіричних дослідженнях оновлення найчастіше вимірюється за допомогою n-back парадигми, яка вимагає постійного моніторингу послідовності стимулів та зіставлення поточного стимулу з тим, що з'являвся n кроків тому [68].

Когнітивна гнучкість (shifting) відображає здатність індивіда гнучко переключатися між різними ментальними установками, завданнями або правилами діяльності відповідно до змінних вимог середовища [63]. Цей компонент вважається найбільш складним серед трьох, оскільки передбачає як дезактивацію попередньої установки (що потребує інгібіторних ресурсів), так і активацію нової (що залучає механізми оновлення робочої пам'яті). Порушення когнітивної гнучкості проявляються у вигляді персеверацій - нав'язливого відтворення попередніх стратегій, неефективних у нових умовах. Стандартизованим інструментом вимірювання цього компонента є парадигма переключення завдань (task switching), де піддослідний по черзі виконує два різних завдання, а ефективність перемикання оцінюється через switch cost - збільшення часу реакції та кількості помилок при зміні типу завдання [64].

Подальший розвиток моделі здійснили Friedman & Miyake [30], які на основі розширеного факторного аналізу уточнили структуру Common EF: було встановлено, що спільний фактор виконавчого контролю найтісніше пов'язаний з інгібіторним компонентом та відображає передусім здатність до підтримки цілі та запобігання відволіканню. Водночас оновлення та переключення зберігають значну унікальну дисперсію, що підтверджує їхню відносну функціональну незалежність. Diamond [24] запропонувала ієрархічне розширення цієї моделі, у якому базові компоненти - інгібіція, оновлення та переключення - утворюють фундамент для формування ВФ вищого порядку: планування, вирішення проблем та рідкісного (fluid) інтелекту.

Нейропсихологічні механізми (PFC, ACC, фронто-стріарні мережі)

Розуміння нейробіологічного підґрунтя виконавчих функцій є необхідною умовою для інтерпретації індивідуальних відмінностей у когнітивному контролі. Сучасні нейровізуалізаційні дослідження переконливо свідчать, що виконавчі функції не є локалізованими в єдиній мозковій структурі, а реалізуються через розподілені нейронні

мережі, ядром яких виступає префронтальна кора (ПФК) у взаємодії з підкірковими структурами [62].

Префронтальна кора як центр виконавчого контролю

Префронтальна кора відіграє провідну роль у забезпеченні виконавчого контролю, що підтверджується як клінічними спостереженнями за пацієнтами з фронтальними ураженнями, так і даними функціональної нейровізуалізації [87].

У межах ПФК виокремлюють кілька функціонально спеціалізованих регіонів, внесок яких у виконавчі процеси є диференційованим.

Дорсолатеральна префронтальна кора (DLPFC, ділянки Бродмана 9 і 46) є найбільш дослідженою структурою у контексті виконавчого контролю. Вона забезпечує активне утримання та маніпуляцію інформацією в робочій пам'яті, стратегічне планування та моніторинг дій [33]. Нейрони DLPFC демонструють стійку активацію впродовж затримки між стимулом і реакцією, що інтерпретується як нейронний корелят утримання цільової репрезентації [31]. Пошкодження цієї ділянки призводить до характерних дефіцитів: порушення серійного порядку дій, зниження ефективності моніторингу помилок та дефіциту стратегічного пошуку в пам'яті [87].

Вентромедіальна префронтальна кора (VMPFC, ділянки Бродмана 10–14) функціонально пов'язана з інтеграцією емоційних сигналів у процес прийняття рішень. Саме цей регіон забезпечує реалізацію «гарячих» виконавчих функцій - тих, що залучаються в умовах емоційної чи мотиваційної значущості [89]. Класичні роботи Damasio та колег із пацієнтом Phineas Gage та подальші дослідження з використанням Iowa Gambling Task продемонстрували, що ушкодження VMPFC порушує здатність індивіда враховувати довгострокові наслідки рішень, попри збереженість формальних інтелектуальних здібностей [13].

Anterior cingulate cortex як система моніторингу конфлікту

Передня поясна кора (anterior cingulate cortex, ACC) відіграє ключову роль у виявленні когнітивного конфлікту та ініціюванні адаптивного контролю. Відповідно до впливової теорії моніторингу конфлікту Botvinick et al. [19], ACC функціонує як детектор розузгодженості між конкуруючими репрезентаціями або реакціями, сигналізуючи

DLPFC про необхідність посиленого когнітивного контролю. Ця модель здобула широку емпіричну підтримку в дослідженнях із застосуванням тесту Струпа та парадигми flanker task, де активація ACC корелює з величиною конфліктного ефекту [19, 48].

Важливо, що ACC та DLPFC функціонують як взаємодоповнювальна система: ACC виявляє конфлікт і оцінює необхідність контролю, тоді як DLPFC реалізує цей контроль через низхідну регуляцію обробки інформації (top-down control). Порушення у функціонуванні цієї системи пов'язують із дефіцитами інгібіторного контролю та зниженням здатності до адаптивної корекції поведінки після помилок [77].

Фронтостріарні мережі

Виконавчий контроль реалізується не лише через кіркові структури, а й через тісну взаємодію ПФК із підкірковими утвореннями, зокрема базальними гангліями. Фронтостріарні петлі (fronto-striatal loops) є анатомічним субстратом для динамічного розподілу когнітивних ресурсів та відбору релевантних програм дій [29]. Стріатум, як вхідна структура базальних гангліїв, отримує масивні проєкції від ПФК і через таламус здійснює зворотний вплив на кіркові процеси, формуючи замкнені кортико-субкортикальні контури.

Ці петлі відіграють особливу роль у навчанні на основі підкріплення та у виборі між конкуруючими програмами дій через механізм «winner-take-all»: активація цільової програми супроводжується одночасним гальмуванням альтернативних [29]. Такий механізм є нейронною основою інгібіторного контролю та когнітивного переключення. Порушення фронтостріарних мереж, характерні, зокрема, для СДУГ та хвороби Паркінсона, маніфестують саме у вигляді дефіцитів виконавчих функцій [78].

Роль нейромедіаторів: дофамін і норадреналін

Функціонування описаних нейронних мереж критично залежить від балансу нейромедіаторних систем, насамперед дофамінергічної та норадренергічної. Дофамін (DA) у ПФК діє за принципом оберненої U-подібної залежності: як надмірно низький, так і надмірно високий його рівень погіршує функціонування ВФ, тоді як оптимальна

концентрація DA у синаптичних щілинах DLPFC забезпечує максимальну ефективність робочої пам'яті та когнітивного контролю [6]. Ця залежність пояснює, зокрема, чому гострий стрес, що різко підвищує рівень катехоламінів, негативно впливає на виконавчі функції навіть у здорових осіб [6].

Норадреналін (NA) модулює відношення «сигнал/шум» у нейронних мережах ПФК, підвищуючи відносний вплив цільових сигналів порівняно з фоновим шумом [7]. Взаємодія дофамінергічної та норадренергічної систем визначає «робочу точку» виконавчого контролю та є мішенню фармакологічного впливу при лікуванні СДУГ [79]. Ці дані підкреслюють, що ефективність виконавчих функцій є не лише питанням нейронної архітектури, а й динамічним результатом нейрохімічного стану мозку, чутливого до зовнішніх чинників, зокрема стресу та якості сну.

Таким чином, нейропсихологічні механізми виконавчих функцій являють собою ієрархічно організовану систему, в якій DLPFC забезпечує утримання цілей і робочу пам'ять, ACC здійснює моніторинг конфлікту, фронто-стріарні мережі реалізують відбір та гальмування програм дій, а нейромедіаторний баланс визначає загальну ефективність цього контролю. Розуміння цих механізмів є фундаментом для інтерпретації як індивідуальних відмінностей у виконавчому контролі, так і чинників, що їх модулюють.

ВФ як обмежений когнітивний ресурс

Паралельно з нейроанатомічними дослідженнями у когнітивній психології сформувався окремий теоретичний напрям, що розглядає виконавчі функції крізь призму ресурсних моделей когніції. Вихідним положенням цього підходу є твердження про те, що когнітивний контроль є енергоємним процесом, що спирається на обмежений резерв ресурсів, залучення яких знижує ефективність подальшої регуляції поведінки [46, 27].

Ресурсні теорії когніції

Концепція обмеженості когнітивних ресурсів бере початок із класичних робіт Kahneman [46], який висунув гіпотезу єдиного обмеженого резерву уваги, що розподіляється між конкуруючими когнітивними завданнями. Надалі ця ідея була розвинена у контексті теорії робочої пам'яті: Engle et al. [28] показали, що індивідуальні відмінності в обсязі робочої пам'яті відображають не стільки різницю в ємності сховища, скільки відмінності у здатності підтримувати активні цільові репрезентації в умовах конкурентного когнітивного навантаження, тобто ефективність виконавчого контролю як такого.

У межах ресурсного підходу Nockey [43] запропонував модель компенсаторного контролю, згідно з якою індивід активно регулює розподіл зусиль між завданнями залежно від поточного рівня ресурсів і суб'єктивно сприйнятих вимог середовища. Ключова ідея цієї моделі полягає в тому, що підтримання стабільної продуктивності в умовах зростаючого навантаження вимагає додаткових регуляторних зусиль, що своєю чергою збільшує загальне когнітивне навантаження на систему.

Поняття когнітивного ресурсу як теоретичного конструкту

Важливо підкреслити, що поняття «когнітивний ресурс» є теоретичною конструкцією, зручною метафорою для опису обмежень виконавчої системи, а не буквальною «енергією» мозку. У сучасній когнітивній науці відсутнє єдине загальноприйняте визначення цього поняття: різні дослідники трактують його як ємність робочої пам'яті [28], як увагу [46], як здатність до гальмування нерелевантних реакцій [63] або як загальний фактор виконавчого контролю [30]. Ця концептуальна неоднорідність є джерелом теоретичних дискусій і вказує на те, що ресурсний підхід слід розглядати як евристичну рамку, а не як жорстку емпіричну теорію.

Ефективність vs. обсяг ресурсу

У межах ресурсного підходу дослідники проводять важливе розмежування між двома вимірами потенціалу виконавчих функцій: обсягом (capacity) та ефективністю (efficiency). Обсяг відображає максимальну кількість одиниць інформації або паралельних процесів, якими може управляти виконавча система одночасно. Ефективність, натомість, визначає, наскільки економно система досягає цільового

результату, тобто яке когнітивне навантаження виникає на одиницю продуктивності [80].

Це розмежування є принциповим для інтерпретації групових та індивідуальних відмінностей. Два індивіди можуть демонструвати однаковий рівень продуктивності на когнітивних завданнях, але при цьому задіювати суттєво різний обсяг ресурсів. Цей феномен, відомий як нейронна ефективність (neural efficiency), знаходить відображення у нейровізуалізаційних дослідженнях, де вища когнітивна продуктивність асоціюється не з більшою, а з більш локалізованою та економною активацією ПФК [40]. Поняття нейронної ефективності набуває особливої ваги в контексті досліджень багатомовності і детальніше розглядається у підрозділі 1.3.

Ego depletion: концепція та її сучасна критична оцінка

Окремої уваги заслуговує концепція его-виснаження (ego depletion), запропонована Baumeister et al. [12]. Відповідно до неї, послідовні акти вольового самоконтролю погіршують виконання наступних завдань, що вимагають когнітивного контролю, - нібито через залучення спільного обмеженого ресурсу. Ця ідея справила значний вплив на дослідження саморегуляції, однак її емпіричний статус наразі є предметом дискусії.

Великомасштабна мульти лабораторна реплікація Hagger et al. [39] не підтвердила надійності ефекту, поставивши під сумнів як його відтворюваність, так і теоретичне пояснення через «витрату ресурсу». Альтернативні інтерпретації акцентують на ролі мотиваційних чинників, перерозподілу уваги та суб'єктивних очікувань, а не на буквальному виснаженні когнітивного резерву [45]. Окремо слід зазначити, що первісне нейрохімічне пояснення ефекту через зниження рівня глюкози в мозку [32] також визнається сучасними дослідниками як методологічно проблематичне і не отримало надійного підтвердження [50]. Таким чином, концепція его-виснаження зберігає евристичну цінність як рамка для обговорення меж саморегуляції, проте не може використовуватися як доведений механізм.

Модулюючі чинники когнітивного ресурсного потенціалу

Незалежно від того, яке теоретичне пояснення обмежень виконавчої системи визнається більш обґрунтованим, емпіричні дані переконливо свідчать: ефективність виконавчих функцій чутлива до цілого ряду зовнішніх та внутрішніх чинників. Серед

найбільш досліджених модуляторів особливе місце займають якість сну та рівень психологічного стресу.

Депривація сну навіть помірного ступеня 5–6 годин на ніч упродовж кількох діб пов'язана з прогресивним погіршенням показників інгібаторного контролю, робочої пам'яті та когнітивної гнучкості. При цьому суб'єктивна оцінка власного функціонування залишається відносно збереженою, що ускладнює самодіагностику когнітивного дефіциту [41, 54]. Хронічний психологічний стрес, у свою чергу, через механізми гіперактивації осі НРА та підвищеного катехоламінергічного тону порушує функціонування DLPFC, зміщуючи баланс між обдуманною і автоматичною обробкою на користь останньої [6].

Ці дані підкреслюють, що вимірjana ефективність виконавчих функцій є не стабільною рисою індивіда, а динамічним результатом взаємодії базового ресурсного потенціалу з актуальним нейробіологічним станом організму.

Таким чином, ресурсний підхід доповнює компонентні та нейроанатомічні моделі ВФ важливим функціональним виміром: виконавчі функції є не лише структурно диференційованою системою когнітивного контролю, а й обмеженим у своїх можливостях механізмом, ефективність якого залежить від індивідуальних характеристик нейронної архітектури та актуального стану організму. Це теоретичне положення є фундаментом для розуміння того, яким чином хронічний досвід багатомовності може формувати ресурсний потенціал виконавчих функцій - питання, що є центральним для цієї роботи.

1.2. Нейрокогнітивні основи багатомовності

Визначення та типологія багатомовності

Попри широке використання терміна «багатомовність» у науковій літературі, його операціоналізація залишається однією з найбільш дискутованих методологічних проблем у психолінгвістиці та когнітивній нейронауці. Відсутність консенсусного визначення зумовлена багатомірністю самого феномену: багатомовність охоплює широкий континуум від мінімальної функціональної компетенції в другій мові до збалансованого володіння кількома мовами на рівні, наближеному до рідномовного[37].

Від білінгвізму до мультилінгвізму

У ранніх дослідженнях поняття білінгвізму нерідко трактувалося вузько як рівноцінне і повноцінне володіння двома мовами з дитинства [18]. Сучасні підходи суттєво розширили це розуміння. Grosjean [37] визначає білінгвів як осіб, що регулярно використовують дві або більше мов у повсякденному житті, незалежно від рівня їхньої формальної компетенції. Це функціональне визначення є методологічно продуктивнішим, оскільки акцентує на реальній мовній практиці, а не на ідеалізованому стандарті досконалого володіння.

Перехід від білінгвізму до мультилінгвізму відображає не лише кількісне збільшення мов, а й якісно відмінну конфігурацію мовної системи. Мультилінгви - це носії трьох і більше мов, які демонструють складніші патерни міжмовної взаємодії та, як припускається, більш інтенсивне залучення механізмів когнітивного контролю порівняно з білінгвами [2]. Водночас емпіричні дані щодо «дозозалежного ефекту», тобто лінійного зростання когнітивних переваг зі збільшенням кількості мов - залишаються суперечливими, що детальніше розглядається у підрозділі 1.3.

Виміри багатомовності: багатовимірний конструкт

Сучасні дослідники наголошують, що багатомовність не може бути адекватно описана жодним єдиним параметром. De Houwer (2021) та Luk & Bialystok [55] виокремлюють кілька ключових вимірів, що визначають характер мовного досвіду індивіда.

Статус мови відображає функціональну роль кожної мови в житті індивіда: рідна, друга чи іноземна, і пов'язаний із глибиною її інтеграції в когнітивну систему. Рідна мова, як правило, характеризується більш автоматизованими, менш підконтрольними процесами обробки, тоді як іноземні мови потребують більшого залучення механізмів свідомого контролю, особливо на ранніх етапах засвоєння [36].

Вік початку засвоєння (age of acquisition, AoA) є одним із найбільш досліджених параметрів багатомовності. Раннє двомовне засвоєння: до 5–7 років, асоціюється з більш інтегрованою нейронною репрезентацією мов, тоді як пізнє засвоєння другої мови залишає чіткіші нейронні розмежування між мовами та зазвичай потребує більших зусиль контролю при перемиканні [71]. Проте вплив AoA не є ізольованим: його ефекти складно відокремити від рівня досягнутої компетенції.

Рівень компетенції (proficiency) - ступінь оволодіння мовою традиційно вимірюється через стандартизовані шкали, зокрема Загальноєвропейські рекомендації з мовної освіти (A1–C2). У дослідженнях когнітивного контролю рівень компетенції у другій мові виявляється особливо важливим предиктором: більш вільне володіння другою мовою пов'язане з менш інтенсивним залученням механізмів контролю при її використанні, що наближає патерн обробки до рідної мови [1].

Частота використання (frequency of use) відображає реальну інтенсивність мовної практики і вважається одним із найважливіших чинників підтримання мовної компетенції та формування когнітивних ефектів багатомовності. Дослідники, зокрема Luk & Bialystok [55], наголошують, що саме регулярна активна взаємодія з кількома мовами, а не лише формальне знання є механізмом, через який багатомовність може впливати на виконавчі функції.

Проблеми операціоналізації в дослідженнях

Методологічна різноманітність у визначенні та вимірюванні багатомовності є однією з головних причин суперечливості результатів у цій галузі. Різні дослідження використовують різні критерії для класифікації учасників як «білінгвів», що суттєво ускладнює порівняння та узагальнення результатів [69]. Зокрема, однаковий рівень компетенції може супроводжуватися кардинально різною частотою використання мови і, відповідно, різним ступенем когнітивного навантаження.

Для подолання цієї проблеми в сучасних дослідженнях все частіше застосовується профільний підхід, що передбачає комплексний опис мовного досвіду учасника за декількома вимірами одночасно: кількість мов, вік засвоєння, рівень компетенції та частота використання [55]. Такий підхід дозволяє перейти від бінарної класифікації «білінгв / монолінгв» до розгляду багатомовності як континууму, що точніше відображає реальну різноманітність мовного досвіду і підвищує внутрішню валідність досліджень у цій галузі.

Когнітивні механізми мовного контролю

Одним із центральних питань психолінгвістики є те, яким чином багатомовний індивід управляє кількома мовними системами одночасно, зокрема, як вибирається цільова мова і як запобігається інтерференція з боку неактивних мов. Відповідь на це питання

потребує розуміння механізмів мовного контролю, сукупності когнітивних процесів, що регулюють активацію, відбір та пригнічення мовних репрезентацій у реальному часі [35].

Міжмовна інтерференція та паралельна активація

Фундаментальною особливістю багатомовної когнітивної системи є те, що всі відомі індивіду мови залишаються активованими одночасно, навіть коли використовується лише одна з них. Це явище, відоме як паралельна активація (parallel activation), є добре задокументованим у психолінгвістичній літературі [25]. Наслідком паралельної активації є постійна міжмовна конкуренція: слова, граматичні структури та фонологічні патерни неактивної мови мимовільно активуються і потенційно конкурують із цільовими репрезентаціями активної мови.

У мультилінгвів - осіб, що володіють трьома і більше мовами складність цієї конкуренції зростає нелінійно. На відміну від білінгвів, у яких система контролю управляє взаємодією двох мовних систем, мультилінгви стикаються з одночасною активацією кількох конкуруючих мов, що потенційно збільшує вимоги до інгібіторного контролю та вибіркової уваги [70]. Особливою проблемою для мультилінгвів є структурна і типологічна близькість мов: генетично споріднені мови, наприклад: слов'янські демонструють вищий рівень лексичної і граматичної інтерференції, ніж типологічно віддалені, що ускладнює їх розмежування в умовах когнітивного навантаження [21]. Це є особливо релевантним у контексті україномовних індивідів, для яких українська та російська мови є водночас близькоспорідненими і функціонально асиметричними: більшість носіїв засвоює обидві мови в ранньому дитинстві через середовищний вплив, що формує специфічний білінгвальний профіль ще до початку формального навчання іноземним мовам [14].

Міжмовна інтерференція проявляється на різних рівнях мовної обробки: лексичному, фонологічному та граматичному, і є найбільш вираженою в умовах підвищеного когнітивного навантаження або зниженого рівня уваги [49]. Для її подолання багатомовний індивід змушений постійно задіювати механізми інгібіторного контролю, спрямовані на пригнічення конкуруючих активацій неактивних мов.

Потреба в контролі та відборі мов

Управління кількома мовними системами вимагає активного залучення механізмів когнітивного контролю, що виходять за межі власне мовної системи і є спільними з доменно-загальними процесами виконавчих функцій. Green [35] запропонував розрізняти три рівні активації мов: обрана мова (selected), активна, але не використовувана (active), та дезактивована (dormant). Перехід між цими рівнями потребує координованої роботи механізмів активації та інгібіції, що функціонально перекриваються з компонентами моделі Miyake et al. [63], зокрема з інгібіторним контролем та когнітивною гнучкістю.

У мультилінгвів ця трирівнева система ускладнюється: одночасно може існувати кілька мов на рівні «активної, але не використовуваної», кожна з яких конкурує за когнітивні ресурси. Дослідження свідчать, що мультилінгви виробляють більш гнучкі та диференційовані стратегії контролю порівняно з білінгвами: більш вибіркоче та контекстуально чутливе інгібування окремих мов залежно від комунікативної ситуації [2]. Відбір мови відбувається через конкурентний процес, у якому цільова мова «перемагає» завдяки вищому рівню активації, тоді як конкуруючі репрезентації придушуються. Цей процес не є ні повністю автоматичним, ні повністю свідомим, він розташований на континуумі між автоматизованою та контрольованою обробкою залежно від рівня компетенції, частоти використання мови та контекстуальних вимог [2].

Автоматичність vs. контрольованість мовних процесів

Ступінь залучення свідомого контролю при використанні мови суттєво варіює залежно від рівня компетенції та досвіду. Відповідно до класичного розмежування між автоматичною та контрольованою обробкою [82], рідна мова у більшості ситуацій обробляється автоматично та швидко, без значних зусиль і без залучення обмежених ресурсів уваги. Іноземна мова, особливо на початкових етапах засвоєння, потребує значно більшого свідомого контролю, що відображається у вищому часі реакції, більшій кількості помилок та підвищеній активації префронтальних структур при нейровізуалізації [71].

З підвищенням рівня компетенції обробка другої мови поступово автоматизується, однак повної автоматизації, ідентичної рідній мові, досягають лише окремі індивіди з дуже раннім і інтенсивним досвідом засвоєння [49]. У мультилінгвів ця картина є ще

складнішою: різні мови можуть перебувати на різних точках континууму автоматизації одночасно, що означає постійну асиметрію у вимогах до когнітивного контролю між мовами. Це означає, що більшість багатомовних індивідів постійно функціонують в умовах асиметричного контролю, де різні мови вимагають різного ступеня регуляторних зусиль, а загальна когнітивна система має динамічно адаптуватися до цих вимог.

Перемикання між мовами як когнітивна операція

Окремим аспектом мовного контролю є перемикання між мовами (language switching) - це перехід від використання однієї мови до іншої в межах однієї розмови або завдання. Це явище функціонально аналогічне до когнітивного переключення (shifting) у моделі Miyake et al. [63] і потребує як дезактивації попередньої мовної установки, так і активації нової.

У мультилінгвів динаміка switch cost є якісно відмінною від тієї, що спостерігається у білінгвів. По-перше, вартість перемикання залежить не лише від напрямку (домінантна – слабка чи навпаки), а й від конфігурації всього мовного репертуару: наявність третьої або четвертої мови може як посилювати, так і послаблювати інтерференцію між будь-якою парою мов залежно від їх типологічної близькості та частоти використання [70]. По-друге, мультилінгви демонструють вищу загальну гнучкість при перемиканні, що пов'язується з більш розвиненими механізмами інгібіції та моніторингу конфлікту внаслідок тривалого досвіду управління складнішою мовною системою [21]. Цікавим є також феномен асиметричного switch cost: перемикання з доміантною мови на менш доміантну коштує менших зусиль, ніж перемикання у зворотному напрямку через необхідність більш сильного інгібіторного контролю над доміантною мовою при активації слабшої [61].

Теоретичні моделі (Green, Green & Abutalebi)

Емпіричні спостереження за механізмами мовного контролю, описані у попередньому підрозділі, знайшли своє теоретичне оформлення у кількох впливових моделях. Два найбільш розроблені та широко цитовані підходи: Модель інгібиторного контролю (Inhibitory Control Model) Девіда Гріна та Гіпотеза адаптивного контролю (Adaptive Control Hypothesis) Гріна і Абуталебі є взаємодоповнюваними і разом формують сучасне розуміння того, як багатомовний мозок управляє декількома мовними системами.

Модель інгібиторного контролю

Модель інгібиторного контролю (Inhibitory Control Model, ICM) [35] була запропонована Девідом Гріном як спроба пояснити, яким чином білінгви досягають відносно безпомилкового відбору цільової мови в умовах постійної паралельної активації обох мов. Центральним механізмом моделі є інгібіція, активне пригнічення мовних схем (language task schemas), що відповідають за невикористовувані мови.

Відповідно до ICM, кожна мова представлена у вигляді окремої схеми завдання, що контролює активацію відповідних лексичних, граматичних та фонологічних репрезентацій. Ці схеми можуть перебувати у трьох станах активації: обрана (selected) активована і використовувана; активна (active) активована, але не використовувана; деактивована (dormant) пригнічена до мінімального рівня активації [35]. Управління переходами між цими станами здійснюється через супервізорну систему уваги (supervisory attentional system), що функціонально відповідає системі SAS Нормана і Шалліса (1986) і є доменно-загальним механізмом виконавчого контролю.

Важливим передбаченням ICM є асиметрія інгібиторного контролю: домінантна мова потребує більш сильного пригнічення при використанні слабшої, що пояснює феномен асиметричного switch cost, задокументований Meuter & Allport [61]. Попри те, що модель була розроблена переважно для пояснення білінгвальної поведінки, її логіка природно розширюється на мультилінгвальні ситуації: зі збільшенням кількості мов зростає і кількість схем завдань, що потребують одночасного управління, що теоретично збільшує вимоги до інгібиторних ресурсів.

Гіпотеза адаптивного контролю

Розвитком і суттєвим розширенням ICM стала Гіпотеза адаптивного контролю (Adaptive Control Hypothesis, ACH), розроблена Green & Abutalebi [36]. Ключова ідея ACH полягає в тому, що характер і інтенсивність механізмів мовного контролю не є фіксованими, вони динамічно адаптуються до вимог конкретного інтерактивного контексту, в якому функціонує багатомовний індивід.

Green & Abutalebi [36] виокремлюють три типи інтерактивного контексту, кожен з яких висуває якісно різні вимоги до системи контролю. У *однокомандному контексті* (single language context) індивід використовує лише одну мову з конкретним співрозмовником, що вимагає стійкого підтримання єдиної мовної установки та постійного пригнічення інших мов. У *подвійному контексті* (dual language context) дві мови вільно чергуються в межах однієї взаємодії, що потребує гнучкого перемикавання між установками. *Змішаний контекст* (dense code-switching context) характеризується частим і непередбачуваним перемиканням між мовами, що максимально навантажує механізми моніторингу конфлікту та реактивного контролю.

Принциповим внеском ACH є твердження про те, що регулярне функціонування в певному типі контексту формує характерний нейрокогнітивний профіль: мозок «навчається» тих форм контролю, які найчастіше затребувані в реальній мовній практиці індивіда. Це означає, що два індивіди з однаковою кількістю мов і схожим рівнем компетенції можуть демонструвати суттєво різні профілі виконавчих функцій залежно від того, в якому інтерактивному контексті вони переважно використовують свої мови [36]. Для мультилінгвів ACH має особливе значення: особи, що регулярно функціонують у змішаному або подвійному контексті з трьома і більше мовами, потенційно отримують найбільш інтенсивне тренування механізмів когнітивного контролю.

Мовний контроль як доменно-загальний механізм

Обидві моделі об'єднує спільне теоретичне положення: механізми мовного контролю не є специфічними для мовної системи, а спираються на доменно-загальні ресурси виконавчих функцій: інгібіторний контроль, моніторинг конфлікту та когнітивну гнучкість [36]. Саме ця функціональна спільність є теоретичним підґрунтям для припущення про те, що хронічне тренування механізмів мовного контролю може зміцнювати загальні виконавчі ресурси.

Водночас ця теза не є беззаперечною. Ряд дослідників застерігає від надмірно прямолінійного трактування цього зв'язку, вказуючи на те, що перекриття нейронних мереж не обов'язково означає ідентичність когнітивних процесів [51]. Питання про те, наскільки мовний контроль і доменно-загальний виконавчий контроль є дійсно спільними механізмами, а не лише функціонально схожими процесами, залишається відкритим і є одним із центральних у сучасних дискусіях щодо білінгвальної переваги.

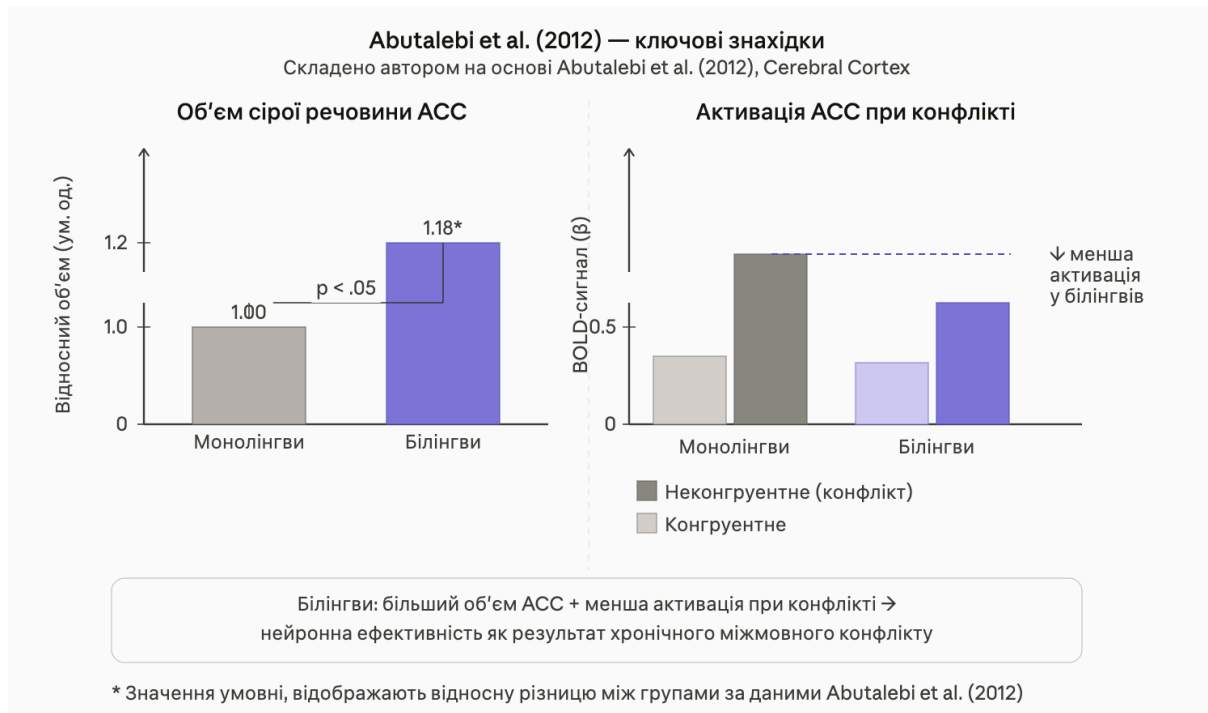
Нейронні основи та нейропластичність

Досвід використання кількох мов привертає значну увагу в когнітивній нейронауці у зв'язку з його потенційним впливом на структурну та функціональну організацію мозку. Нейровізуалізаційні дослідження останніх двох десятиліть демонструють, що багатомовність пов'язана зі специфічними змінами в мозкових мережах, насамперед у регіонах, залучених до мовного та виконавчого контролю.

Нейровізуалізаційні дослідження переконливо демонструють, що мовний контроль у багатомовних індивідів спирається на ті самі структури, що й доменно-загальний виконавчий контроль. Зокрема, виконання завдань на мовне перемикання та інгібіцію неактивних мов стабільно асоціюється з активацією дорсолатеральної префронтальної кори (DLPFC), передньої поясної кори (ACC) та базальних гангліїв, структур, що утворюють фронто-стріарну мережу виконавчого контролю [3, 57].

Особливої уваги заслуговує роль ACC у контексті багатомовності. У дослідженні Abutalebi et al. (2012) із застосуванням фМРТ та воксельної морфометрії (VBM) було встановлено, що білінгви демонструють більший об'єм сірої речовини в ділянці ACC порівняно з монолінгвами, а також нижчу активацію цього регіону при виконанні немовного конфліктного завдання (flanker task). Додатково автори виявили значущу негативну кореляцію між об'ємом сірої речовини в ACC та величиною поведінкового конфліктного ефекту - різницею у часі реакції між неконгруентними та конгруентними пробами ($R^2 = 0.151$): більший об'єм ACC був пов'язаний із меншим конфліктним ефектом, тобто кращою здатністю до моніторингу конфлікту [3]. Схематичне представлення цих результатів наведено на рис. 1.1. Отримані дані інтерпретуються як свідчення того, що хронічна потреба в моніторингу міжмовного конфлікту

«налаштовує» АСС на більш ефективну роботу в широкому діапазоні завдань, що потребують виявлення та розв'язання конкуренції між реакціями.



(Рис. 1.1. Схематичне представлення ключових результатів Abutalebi et al. (2012): відмінності між білінгвами та монолінгвами за об'ємом сірої речовини АСС та патерном активації при конфліктному завданні. Складено автором на основі Abutalebi et al. (2012).)

Структурні зміни мозку при багатомовності

Структурні нейровізуалізаційні дослідження виявили, що досвід багатомовності пов'язаний зі змінами як сірої, так і білої речовини мозку. Щодо сірої речовини, мета-аналіз Pliatsikas [72] узагальнив результати численних VBM-досліджень і встановив, що білінгвізм асоціюється з підвищеною щільністю сірої речовини у фронтальних та тім'яних ділянках, що традиційно пов'язуються з виконавчим контролем і увагою. Проте автор підкреслює, що характер і напрямок структурних змін залежить від інтенсивності та тривалості мовного досвіду: короткочасне або нерегулярне використання другої мови може спричинити протилежні ефекти порівняно з хронічним інтенсивним білінгвізмом.

Щодо білої речовини, дослідження з використанням дифузійно-тензорної МРТ (DTI) виявили підвищену структурну цілісність білої речовини у фронтальних шляхах, зокрема в corpus callosum та superior longitudinal fasciculus, у осіб із вищою мовною компетенцією та більш раннім початком засвоєння L2 [56]. Підвищена структурна цілісність цих шляхів інтерпретується як анатомічний субстрат більш ефективної міжпівкульної координації та зв'язності фронтальних мереж контролю.

Функціональні зміни та нейронна ефективність

Окрім структурних змін, дослідження фіксують характерні відмінності у функціональних патернах активації мозку між моно- та багатомовними індивідами. Один із найбільш стабільних результатів у цій галузі стосується явища нейронної ефективності (neural efficiency): при виконанні завдань на когнітивний контроль білінгви нерідко демонструють нижчий рівень загальної активації ПФК порівняно з монолінгвами при збереженні або навіть підвищенні рівня продуктивності [76]. Це означає, що досвід управління кількома мовами може сприяти більш економному використанню нейронних ресурсів при виконанні контрольних завдань.

Проте інтерпретація нейронної ефективності є неоднозначною. Частина дослідників розглядає нижчу активацію як ознаку більш автоматизованої та менш затратної обробки. Інші вказують на можливість компенсаторних механізмів: при складніших завданнях білінгви можуть демонструвати відносно вищу активацію, ніж монолінгви, що свідчить про залучення додаткових ресурсів за необхідності [57]. Таким чином, функціональна нейропластичність при багатомовності проявляється не як фіксоване підвищення або зниження активації, а як більш гнучкий і контекстуально адаптивний профіль нейронної відповіді.

Нейропластичність та вік засвоєння мов

Ступінь і характер нейропластичних змін суттєво залежать від віку початку засвоєння мов. Раннє двомовне засвоєння, до завершення критичного періоду мовного розвитку асоціюється з більш інтегрованою кортикальною репрезентацією мов та більш вираженими структурними змінами у фронтальних та тім'яних ділянках [60]. Пізніше засвоєння L2, навпаки, характеризується чіткішим анатомічним розмежуванням між мовами та меншим структурним перекриттям їх нейронних субстратів.

У контексті мультилінгвізму нейропластичні ефекти є ще менш вивченими. Наявні дані свідчать про те, що засвоєння кожної наступної мови спирається на вже сформовані нейронні мережі попередніх мов, поступово розширюючи та диференціюючи їх [2]. Однак питання про те, чи є нейропластичні ефекти мультилінгвізму кількісно більшими, ніж при білінгвізмі, залишається дискусійним через нестачу досліджень із достатньо великими вибірками мультилінгвів.

Таким чином, нейровізуалізаційні дані свідчать про те, що багатомовність є досвідом, що залишає помітний відбиток на структурі та функціонуванні мозку передусім у регіонах, що забезпечують виконавчий контроль. Ці зміни є динамічними, залежать від характеру мовного досвіду та відображають принцип нейропластичності: мозок адаптується до хронічних вимог середовища, оптимізуючи ті мережі, що найбільш інтенсивно задіяні в регулярній діяльності індивіда.

Критика ефекту білінгвальної переваги

Гіпотеза про білінгвальну перевагу у виконавчих функціях, що набула широкої популярності завдяки роботам Vialystok та колег [17, 16], з часом стала предметом серйозної наукової критики. Накопичення реплікаційних досліджень виявило, що ефект є значно менш надійним і універсальним, ніж передбачалося спочатку, що спонукало дослідників до переосмислення як його масштабів, так і умов його виникнення.

Проблеми відтворюваності

Найбільш систематизовану критику білінгвальної переваги представлено в роботах Raar et al. [69], які здійснили масштабний огляд літератури і дійшли висновку, що переваги білінгвів у завданнях на виконавчий контроль або не відтворюються в незалежних лабораторіях, або виявляються лише за дуже специфічних і погано визначених умов. Автори проаналізували понад 80 досліджень і встановили, що більшість позитивних результатів не витримують перевірки при суворішому методологічному контролі, при вирівнюванні груп за соціоекономічним статусом, рівнем освіти та імміграційним досвідом.

Мета-аналіз Donnelly & Kidd [26] підтвердив цю тенденцію: при корекції на publication bias - систематичне переважання публікацій із позитивними результатами: сумарний ефект білінгвізму на виконавчі функції суттєво зменшується і наближається до нульового. Це свідчить про те, що поле страждає від типової проблеми «ящика з файлами»: нульові результати значно рідше публікуються, що штучно завищує оцінки ефекту в літературі.

Методологічні обмеження

Окрім проблеми відтворюваності, дослідники вказують на низку методологічних обмежень, що ускладнюють інтерпретацію наявних результатів. По-перше, відсутність консенсусного операціонального визначення білінгвізму призводить до того, що різні дослідження фактично вивчають різні популяції під однією назвою [55]. По-друге, більшість досліджень використовують невеликі вибірки, що обмежує статистичну потужність і підвищує ризик помилкових позитивних результатів [69]. По-третє, вибір конкретних завдань для вимірювання ВФ суттєво впливає на результати: ефект білінгвальної переваги є нестабільним між різними парадигмами навіть у межах одного й того самого компонента ВФ [51].

Переосмислення гіпотези: від універсального ефекту до умовного

Сучасний консенсус у цій галузі схиляється не до відкидання гіпотези про вплив багатомовності на ВФ, а до її переформулювання. Vialystok (2017) у відповідь на критику запропонувала розглядати білінгвізм не як фіксований предиктор переваги, а як чинник адаптації когнітивної системи, ефекти якого залежать від специфічного патерну мовного використання, вікових характеристик вибірки та чутливості конкретних вимірювальних інструментів. Відповідно, очікувати однакового ефекту в усіх білінгвів при всіх умовах є теоретично необґрунтованим.

Це переосмислення є методологічно важливим: суперечливість результатів у літературі не заперечує можливості когнітивних ефектів багатомовності, а вказує на необхідність більш диференційованого підходу урахування типу мовного досвіду, кількості мов, контексту їх використання та конкретних компонентів ВФ, що вимірюються. Саме такий диференційований підхід є методологічним орієнтиром для емпіричних досліджень у цій галузі, включно з тими, що розглядають мультилінгвізм як окрему змінну.

1.3. Багатомовність як чинник виконавчих функцій

Теоретичні механізми впливу багатомовності на ВФ

Розуміння того, яким чином багатомовність може впливати на виконавчі функції, потребує чіткого теоретичного пояснення механізмів цього зв'язку. Недостатньо констатувати кореляцію між кількістю мов і показниками когнітивного контролю необхідно визначити, через які процеси мовний досвід трансформується у зміни загальної виконавчої системи. У сучасній літературі виокремлюють три взаємопов'язані механізми, що у сукупності формують теоретичне підґрунтя гіпотези про вплив багатомовності на ВФ.

Постійне пригнічення неактивних мов

Перший і найбільш розроблений механізм пов'язаний з необхідністю постійного інгібаторного контролю над неактивними мовами. Як було вже раніше згадано, усі мови багатомовного індивіда залишаються паралельно активованими незалежно від того, яка з них використовується в конкретний момент. Це означає, що система виконавчого контролю хронічно залучена до пригнічення лексичних, фонологічних та граматичних репрезентацій неактивних мов - процесу, що функціонально спирається на механізми інгібаторного контролю [35].

Згідно з гіпотезою тренувального ефекту, регулярне залучення інгібаторних механізмів у мовному контексті зміцнює відповідні нейронні мережі і підвищує їх загальну ефективність, у тому числі в немовних завданнях, що потребують пригнічення нерелевантних реакцій [14]. Цей механізм є аналогом фізичного тренування: систематичне навантаження на певну систему підвищує її функціональний потенціал. Критики, однак, застерігають від надмірно прямолінійного трактування цієї аналогії, вказуючи на те, що перенесення ефекту з мовної на немовну сферу не є автоматичним і потребує додаткового теоретичного обґрунтування [69].

Когнітивне перемикання між мовами

Другий механізм пов'язаний із регулярною практикою перемикання між мовами. Перемикання між мовами є когнітивно затратною операцією, що вимагає дезактивації попередньої мовної установки та активації нової (процесів, функціонально ідентичних компоненту shifting у моделі Miyake et al.) [63]. Регулярна практика мовного

перемикання, таким чином, може виступати специфічною формою тренування когнітивної гнучкості.

На підтримку цього механізму свідчать дані про те, що білінгви, які активно перемикаються між мовами у повсякденному житті, демонструють нижчий switch cost у немовних завданнях на task switching порівняно з тими, хто використовує мови в суворо розділених контекстах [76]. Це узгоджується з положеннями Гіпотези адаптивного контролю [36], відповідно до якої саме патерн використання мов, а не лише факт їх знання, визначає характер когнітивних змін.

Багатомовність як хронічне когнітивне навантаження

Третій механізм є більш загальним і об'єднує перші два. Багатомовність можна розглядати як форму хронічного когнітивного навантаження на систему виконавчого контролю: необхідність постійно управляти кількома мовними системами, моніторити міжмовний конфлікт і адаптуватися до різних мовних контекстів створює стійке і систематичне навантаження на механізми інгібіції, оновлення та гнучкості [2].

Відповідно до принципу нейропластичності, хронічне навантаження на певні нейронні мережі стимулює їх структурну та функціональну адаптацію. У контексті багатомовності це означає, що мозок поступово оптимізує саме ті мережі, що задіяні в управлінні мовами, тобто фронто-стріарні мережі та АСС, які є водночас нейронним субстратом доменно-загального виконавчого контролю. Таким чином, тренувальний ефект багатомовності на ВФ є, з цієї точки зору, побічним продуктом адаптації мозку до специфічних вимог мовного середовища, а не результатом цілеспрямованого когнітивного тренування.

Спільна нейронна архітектура як умова перенесення ефекту

Усі три описані механізми спираються на одне фундаментальне припущення: мовний контроль і доменно-загальний виконавчий контроль використовують спільні нейронні ресурси. Якщо це припущення є правильним, тренування мовного контролю неминуче зміцнює і загальні виконавчі механізми. Якщо ж мовний контроль є відносно ізольованою системою перенесення ефекту є мало ймовірним. Саме це питання залишається центральним у дискусії про білінгвальну перевагу і є одним із тих, на які емпіричні дослідження досі не дали однозначної відповіді [51].

Таким чином, теоретичні механізми впливу багатомовності на ВФ є концептуально обґрунтованими, але емпірично не до кінця верифікованими. Вони формують продуктивну дослідницьку рамку, що дозволяє висувати перевіряемі гіпотези щодо того, які компоненти ВФ найбільш чутливі до мовного досвіду і за яких умов цей вплив є найбільш вираженим.

Емпіричні дослідження зв'язку багатомовності та виконавчих функцій

Теоретичні механізми, описані у попередньому підрозділі, знайшли часткове підтвердження в емпіричних дослідженнях, однак загальна картина результатів залишається неоднорідною. Для коректної інтерпретації наявних даних доцільно розглянути результати окремо за трьома компонентами моделі Miyake et al. [63] інгібіторним контролем, оновленням робочої пам'яті та когнітивною гнучкістю, оскільки вплив багатомовності на ці компоненти є диференційованим. Особливої уваги заслуговують дані щодо мультилінгвів- осіб, що володіють трьома і більше мовами, які представлені в літературі значно менш систематично, ніж дані про білінгвів.

Інгібіторний контроль

Інгібіторний контроль є компонентом, для якого накопичено найбільше, хоча й суперечливих, емпіричних даних щодо білінгвальної переваги. Ранні дослідження Bialystok та колеги із використанням Simon task та flanker task стабільно фіксували нижчий конфліктний ефект у білінгвів порівняно з монолінгвами, що інтерпретувалося як свідчення більш ефективного інгібіторного контролю [17]. Проте подальші спроби реплікувати ці результати дали неоднозначні результати: частина досліджень підтвердила перевагу білінгвів [65], тоді як інші не виявили жодних відмінностей між групами [69].

Мета-аналіз Grundy & Timmer [38], що охопив 104 дослідження, встановив статистично значущий, але малий за розміром ефект білінгвізму на інгібіторний контроль ($d = 0.20$). Автори також виявили значну гетерогенність результатів, що свідчить про наявність модеруючих змінних: віку учасників, типу білінгвізму та характеристик використовуваних завдань. Зокрема, ефект був більш вираженим у літніх білінгвів, що узгоджується з гіпотезою про захисний вплив багатомовності на когнітивне старіння.

Щодо мультилінгвів, Roarch & van Hell (2012) порівняли показники інгібіторного контролю в монолінгвів, білінгвів та трилінгвів у дітей молодшого шкільного віку і виявили градієнтний патерн: трилінгви демонстрували нижчий конфліктний ефект у flanker task порівняно як з монолінгвами, так і з білінгвами. Автори інтерпретують цей результат як свідчення того, що управління трьома мовними системами створює більш інтенсивне навантаження на інгібіторні механізми і, відповідно, більш виражений тренувальний ефект. Однак ці результати також потребують реплікації на дорослих вибірках і при суворішому контролі конфундуючих змінних.

Оновлення робочої пам'яті

Дані щодо зв'язку білінгвізму з оновленням робочої пам'яті є найменш однозначними серед трьох компонентів. Ряд досліджень виявив переваги білінгвів у завданнях на робочу пам'ять, зокрема в n-back парадигмі та завданнях на вербальну робочу пам'ять [66]. Проте ці переваги нерідко зникають при контролі за рівнем освіти та соціоекономічним статусом, що ускладнює їх атрибуцію саме мовному досвіду [69].

Теоретично зв'язок між білінгвізмом і оновленням робочої пам'яті є менш очевидним, ніж у випадку інгібіторного контролю: механізм постійного пригнічення неактивних мов безпосередньо навантажує інгібіторні ресурси, тоді як його вплив на процеси оновлення є опосередкованим. Окремі дослідники припускають, що переваги у робочій пам'яті, якщо вони існують, є радше наслідком більш ефективного інгібіторного контролю, оскільки ефективне пригнічення нерелевантної інформації звільняє ресурси робочої пам'яті, ніж прямим ефектом мовного досвіду [66]. У мультилінгвів цей опосередкований ефект теоретично має бути більш вираженим через вищу інтенсивність інгібіторного навантаження, однак прямих досліджень цього питання на вибірках з трьома і більше мовами наразі бракує.

Когнітивна гнучкість

Когнітивна гнучкість є компонентом, для якого теоретичне обґрунтування білінгвальної переваги є найбільш прямим: регулярне перемикання між мовами функціонально аналогічне до task switching і має безпосередньо тренувати механізми shifting. Емпіричні дані частково підтверджують це припущення: дослідження із використанням

task switching парадигм виявили нижчий switch cost у білінгвів порівняно з монолінгвами [76, 88].

Проте і тут результати є нестабільними. Важливим модеруючим чинником виявляється частота мовного перемикавання в реальному житті: білінгви, що активно перемикаються між мовами у повсякденному спілкуванні, демонструють більш виражені переваги порівняно з тими, хто використовує мови в суворо розділених контекстах [36]. Це узгоджується з положеннями АСН і підкреслює, що не сам факт знання двох мов, а характер їх використання є ключовим предиктором когнітивних ефектів.

У контексті мультилінгвізму Schroeder & Marian [81] дослідили когнітивну гнучкість у білінгвів та трилінгвів і виявили, що трилінгви демонструють нижчий switch cost у немовних завданнях на переключення, ніж білінгви. Автори пов'язують цей результат із більш складною конфігурацією мовного контролю у трилінгвів: необхідність перемикатися між більшою кількістю мовних систем вимагає більш розвинених механізмів гнучкості та моніторингу. Водночас Кара & Colombo [47], порівнявши монолінгвів, білінгвів і трилінгвів на вибірці дорослих, виявили, що трилінгви перевершують обидві інші групи за показниками когнітивної гнучкості, тоді як різниця між білінгвами і монолінгвами не досягала статистичної значущості, що є додатковим аргументом на користь гіпотези дозозалежного ефекту.

Узагальнення результатів

Узагальнення наявних емпіричних даних дозволяє зробити кілька висновків. По-перше, найбільш стабільні ефекти білінгвізму спостерігаються для інгібиторного контролю, тоді як дані щодо оновлення робочої пам'яті та когнітивної гнучкості є менш послідовними. По-друге, розмір ефекту є, як правило, малим або помірним, що вказує на те, що багатомовність є одним із багатьох чинників, що формують індивідуальний профіль ВФ. По-третє, наявні дані щодо мультилінгвів, хоча й обмежені за обсягом, вказують на потенційно більш виражені когнітивні ефекти порівняно з білінгвізмом, що узгоджується з гіпотезою про градієнтний характер впливу кількості мов на виконавчі функції. По-четверте, гетерогенність результатів між дослідженнями значною мірою пояснюється відмінностями в операціоналізації багатомовності, характеристиках вибірок та використовуваних завданнях, що ще раз підкреслює необхідність диференційованого підходу до вивчення цього зв'язку.

Кількість мов як фактор ("dose-response")

Більшість досліджень у галузі білінгвізму та когніції традиційно оперували бінарним порівнянням: монолінгви проти білінгвів. Проте реальний мовний репертуар значної частини населення світу включає три і більше мов, що ставить питання про те, чи є кількість мов лінійним предиктором когнітивних ефектів, чи залежність є складнішою. Ця гіпотеза, відома як гіпотеза дозозалежного ефекту (dose-response hypothesis), стала одним із центральних дискусійних питань у сучасній психолінгвістиці [5].

Гіпотеза дозозалежного ефекту

Відповідно до гіпотези дозозалежного ефекту, когнітивні переваги, пов'язані з багатомовністю, мають зростати зі збільшенням кількості мов у репертуарі індивіда, оскільки кожна додаткова мова збільшує інтенсивність навантаження на механізми виконавчого контролю. Теоретичне підґрунтя цієї гіпотези ґрунтується на припущенні про те, що управління трьома і більше мовами вимагає більш складної конфігурації інгібіторного контролю та когнітивної гнучкості порівняно з управлінням двома мовами [2].

Емпіричні дані частково підтримують цю гіпотезу. Як зазначалось у підрозділі 1.3.2, Roarch & van Hell (2012) виявили градієнтний патерн інгібіторного контролю від монолінгвів до білінгвів до трилінгвів. Аналогічно, Кара & Colombo [47] встановили, що трилінгви перевершують білінгвів за показниками когнітивної гнучкості. Antoniou [5] у систематичному огляді літератури дійшов висновку, що наявні дані загалом узгоджуються з гіпотезою дозозалежного ефекту, однак підкреслює, що лінійна залежність не є гарантованою, і що ефекти можуть виявлятися лише при перевищенні певного порогового рівня мовного навантаження.

Неоднозначність та обмеження

Попри теоретичну привабливість гіпотези дозозалежного ефекту, її емпірична верифікація наштовхується на серйозні методологічні труднощі. По-перше, дослідження мультилінгвів значно рідші, ніж дослідження білінгвів, а наявні роботи часто використовують малі вибірки, що обмежує статистичну потужність [5]. По-друге, кількість мов є грубим проксі-показником реального мовного досвіду: два трилінгви можуть мати кардинально різні профілі використання мов і, відповідно, різний ступінь

когнітивного навантаження. По-третє, ефекти кількості мов важко відокремити від ефектів компетенції та частоти використання, особи з більшою кількістю мов можуть загалом бути більш схильними до навчання і мати вищий загальний когнітивний потенціал незалежно від мовного досвіду [69].

Типологічна відстань між мовами як якісний вимір

Окрім кількості мов, важливим чинником є їх типологічна конфігурація- ступінь структурної схожості між мовами в репертуарі індивіда. Типологічна відстань (linguistic/typological distance) відображає те, наскільки мови відрізняються за фонологічною, лексичною та граматичною структурою, і визначає характер та інтенсивність міжмовної інтерференції [21].

Calabria et al. [20] порівняли білінгвів із типологічно близькими мовами (іспанська–каталонська) та типологічно далекими мовами (іспанська–баскська) і виявили, що обидві групи демонструють різні профілі виконавчого контролю. Білінгви з близькими мовами стикаються з вищим рівнем лексичної інтерференції через структурну схожість мов, що вимагає більш інтенсивного інгібаторного контролю для їх розмежування. Білінгви з типологічно далекими мовами, натомість, демонструють вищий switch cost при перемиканні, через більшу структурну різницю між мовними системами - але також більш виражені переваги в когнітивній гнучкості в немовних завданнях [20].

Hartanto & Yang [42] розвинули цю лінію досліджень, показавши, що білінгви з більш різними мовами демонструють кращі показники когнітивної гнучкості порівняно з тими, чії мови є структурно близькими, адже перемикання між типологічно далекими мовами вимагає більш активного залучення механізмів shifting. Автори інтерпретують ці результати як свідчення того, що не лише кількість, а й якісна конфігурація мовного репертуару визначає характер когнітивних ефектів багатомовності.

У контексті мультилінгвізму типологічна конфігурація набуває ще більшої складності. Особи, що володіють трьома і більше мовами, як правило, мають у своєму репертуарі поєднання типологічно близьких і далеких мов одночасно, наприклад: дві слов'янські мови і одну германську. Cenoz [21] стверджує, що саме ця змішана конфігурація створює унікальне когнітивне середовище: система контролю має одночасно управляти

як близькою інтерференцією між спорідненими мовами, так і більш радикальним перемиканням між типологічно різними системами. Це теоретично може забезпечувати більш диверсифіковане тренування виконавчих механізмів порівняно з однорідним білінгвізмом.

Ця логіка є особливо релевантною для вибірок, у яких представлені носії слов'янських мов із додатковими індоєвропейськими або неспорідненими мовами. Поєднання структурно близьких мов, що генерують інтенсивну інтерференцію і навантажують інгібіторний контроль, з типологічно далекими, що тренують механізми гнучкості, може формувати більш комплексний профіль виконавчих функцій порівняно з однорідними мовними конфігураціями.

Проблеми вимірювання кількості мов

Окремою методологічною проблемою є те, як саме вимірювати «кількість мов». Просте підрахування мов, якими індивід «володіє», є надмірним спрощенням: рівень компетенції, частота використання та контекст застосування кожної мови суттєво варіюють і не відображаються у бінарному показнику «знає / не знає». Luk & Bialystok [55] пропонують розглядати мовний репертуар як багатовимірний профіль, де кількість мов є лише одним із параметрів поряд з компетенцією, частотою використання та типологічною конфігурацією.

Таким чином, кількість мов є важливим, але недостатнім предиктором когнітивних ефектів багатомовності. Гіпотеза дозозалежного ефекту отримує часткову емпіричну підтримку, однак її застосування потребує врахування якісних характеристик мовного репертуару: типологічної конфігурації мов, які визначають характер і інтенсивність навантаження на механізми виконавчого контролю.

Когнітивний резерв і багатомовність

Концепція когнітивного резерву є одним із теоретичних контекстів, у якому вплив багатомовності на виконавчі функції набуває найширшого значення, виходячи за межі лабораторних показників і охоплюючи питання довгострокового захисту когнітивного здоров'я впродовж життя.

Поняття когнітивного резерву

Концепція когнітивного резерву (cognitive reserve) сформувалась у клінічній нейропсихології як пояснення феномену, при якому окремі індивіди з однаковим ступенем нейродегенеративних змін мозку демонструють суттєво різний рівень клінічних симптомів і функціонального дефіциту. Stern [83] розмежовує два пов'язані конструкти: мозковий резерв (brain reserve) - кількісні характеристики мозкової тканини, зокрема об'єм мозку та кількість синапсів, та когнітивний резерв як здатність мозку ефективно адаптувати когнітивні процеси і залучати компенсаторні нейронні мережі в умовах патологічних змін або вікового зниження.

Когнітивний резерв формується впродовж усього життя під впливом різноманітних чинників інтелектуальної стимуляції (освіти, професійної діяльності, соціальної активності та інших форм когнітивного залучення)[83]. Вищий когнітивний резерв асоціюється з пізнішим клінічним маніфестуванням деменції, нижчим ризиком когнітивного зниження при нормальному старінні та кращим функціональним прогнозом при нейродегенеративних захворюваннях.

Багатомовність як чинник формування когнітивного резерву

Гіпотеза про те, що багатомовність може слугувати чинником формування когнітивного резерву, ґрунтується на логіці, що хронічний досвід управління кількома мовними системами є формою інтенсивної та тривалої когнітивної стимуляції. Якщо виконавчі функції систематично залучаються впродовж десятиліть мовної практики, це може сприяти формуванню більш ефективних і гнучких нейронних мереж, здатних компенсувати вікові або патологічні зміни мозку [16].

Найбільш цитованим свідченням цієї гіпотези є дослідження Bialystok et al. (2007), яке виявило, що білінгви з діагнозом хвороби Альцгеймера отримували діагноз у середньому на 4–5 років пізніше, ніж монолінгви з аналогічним ступенем нейродегенерації. Цей результат інтерпретувався як прямий доказ захисного ефекту білінгвізму через механізм когнітивного резерву. Подальші дослідження підтвердили цю тенденцію на різних популяціях і при різних формах деменції [22].

Проте і ця лінія досліджень не unikла критики. Ряд великомасштабних популяційних досліджень не підтвердив затримки маніфестації деменції у білінгвів [4]. Критики вказують на можливі конфундуючі чинники: імміграційний статус, соціоекономічне

становище та рівень освіти, які можуть пояснювати спостережувані відмінності без залучення концепції когнітивного резерву [69]. Метааналітичні дані залишаються неоднозначними, хоча загальна тенденція на підтримку захисного ефекту зберігається при суворішому методологічному контролі [84].

Механізми формування резерву при багатомовності

Теоретично багатомовність може сприяти формуванню когнітивного резерву через два взаємопов'язані механізми. Перший - це нейронна ефективність: як було описано у підрозділі 1.2.4, багатомовний досвід асоціюється з більш економним використанням нейронних ресурсів при виконанні завдань на когнітивний контроль. Більш ефективні нейронні мережі здатні підтримувати адекватний рівень функціонування навіть при наявності певного обсягу патологічних змін. Другий механізм - це нейронна компенсація: при розвитку нейродегенеративних змін мозок з вищим резервом здатний залучати альтернативні або додаткові нейронні шляхи для підтримання функціональної ефективності [83].

Мультилінгвізм і когнітивний резерв

Питання про те, чи забезпечує мультилінгвізм більший когнітивний резерв порівняно з білінгвізмом, залишається відкритим через нестачу відповідних досліджень. Antoniou [5] припускає, що якщо тренувальний ефект багатомовності на виконавчі функції є дозозалежним, то і внесок у когнітивний резерв має зростати зі збільшенням кількості мов. Проте прямих порівняльних досліджень когнітивного резерву у білінгвів та мультилінгвів наразі практично немає, що є значною прогалиною в літературі.

Важливо також підкреслити, що когнітивний резерв є лонгітюдним конструктом, він формується впродовж усього життя і не може бути виміряний безпосередньо в одномоментному дослідженні. У контексті досліджень на молодих дорослих, де накопичений мовний досвід є відносно коротким, ефекти когнітивного резерву можуть бути ще не повністю вираженими, однак їх формування вже розпочато. Це підкреслює важливість вивчення зв'язку між багатомовністю та виконавчими функціями не лише у літніх, а й у молодих вибірках, як маркера раннього формування резерву.

Узагальнення наявних емпіричних даних дозволяє зробити кілька висновків. По-перше, найбільш стабільні ефекти білінгвізму спостерігаються для інгібіторного контролю,

тоді як дані щодо оновлення робочої пам'яті та когнітивної гнучкості є менш послідовними. По-друге, розмір ефекту є, як правило, малим або помірним. По-третє, наявні дані щодо мультилінгвів вказують на потенційно більш виражені когнітивні ефекти порівняно з білінгвізмом. По-четверте, гетерогенність результатів між дослідженнями значною мірою пояснюється відмінностями в операціоналізації багатомовності, характеристиках вибірок та використовуваних завданнях.

Ефекти багатомовності на ВФ не існують у вакуумі, вони взаємодіють із низкою індивідуальних модеруючих чинників. Зокрема, якість сну та рівень психологічного стресу є добре задокументованими модуляторами ефективності виконавчого контролю [41, 6], що підкреслює необхідність їх урахування при інтерпретації індивідуальних відмінностей у показниках ВФ в будь-якому емпіричному дослідженні цієї теми.

Висновки до Розділу 1

Теоретико-методологічний аналіз наукової літератури, здійснений у першому розділі, дозволяє систематизувати ключові концептуальні положення, що формують теоретичну основу цього дослідження.

Виконавчі функції є багатокомпонентною системою когнітивного контролю, що забезпечує цілеспрямовану, адаптивну поведінку в умовах новизни та конкурентних вимог середовища. Відповідно до трикомпонентної моделі Miyake et al. [63], яка є концептуальною основою цієї роботи, виконавчі функції включають три відносно незалежні, але взаємопов'язані компоненти: інгібіторний контроль, оновлення робочої пам'яті та когнітивну гнучкість. Нейропсихологічним субстратом цих процесів є ієрархічно організована система, що включає дорсолатеральну префронтальну кору, передню поясну кору та фронто-стріарні мережі, функціонування яких критично залежить від балансу дофамінергічної та норадренергічної систем. З позицій ресурсного підходу виконавчі функції є не лише структурно диференційованою системою, а й обмеженим у своїх можливостях механізмом, ефективність якого є динамічним результатом взаємодії базового нейронного потенціалу з актуальним станом організму, якістю сну та рівнем стресу.

Багатомовність є багатовимірним конструктом, що не може бути адекватно описаний жодним єдиним параметром. Статус мови, вік початку засвоєння, рівень компетенції, частота використання та типологічна конфігурація мовного репертуару, кожен із цих вимірів визначає характер мовного досвіду індивіда і, відповідно, характер його впливу на когнітивну систему. Когнітивні механізми мовного контролю, паралельна активація мов, постійна міжмовна конкуренція та необхідність динамічного перемикання між мовними системами: функціонально спираються на доменно-загальні ресурси виконавчих функцій. Теоретичні моделі Green [35] та Green & Abutaleb [36] обґрунтовують, що характер цього навантаження визначається не лише кількістю мов, а й патерном їх використання та типологічною конфігурацією репертуару.

Нейровізуалізаційні дослідження підтверджують, що хронічний досвід управління кількома мовами залишає структурний і функціональний відбиток на мозкових мережах виконавчого контролю, передусім у ділянці АСС та фронто-стріарних структурах.

Зв'язок між багатомовністю та виконавчими функціями є теоретично обґрунтованим, але емпірично неоднозначним. Аналіз літератури засвідчує, що найбільш стабільні ефекти спостерігаються для інгібіторного контролю, тоді як дані щодо оновлення робочої пам'яті та когнітивної гнучкості є менш послідовними. Гетерогенність результатів зумовлена насамперед методологічними відмінностями між дослідженнями у операціоналізації білінгвізму, характеристиках вибірок та вимірювальних інструментах, а також систематичним браком досліджень мультилінгвів порівняно з білінгвами. Наявні дані щодо осіб із трьома і більше мовами вказують на потенційно більш виражені когнітивні ефекти, що узгоджується з гіпотезою дозозалежного ефекту, однак ця гіпотеза потребує подальшої емпіричної верифікації. Концепція когнітивного резерву розширює розуміння можливих ефектів багатомовності, пов'язуючи мовний досвід із довгостроковим захистом когнітивного здоров'я, що підкреслює значущість досліджень цього зв'язку на молодих вибірках як маркера раннього формування резерву.

Таким чином, теоретичний аналіз виявляє низку прогалин у літературі, що визначають наукову проблему цього дослідження: недостатню вивченість когнітивних ефектів мультилінгвізму порівняно з білінгвізмом; брак досліджень, що враховують типологічну конфігурацію мовного репертуару як самостійну змінну; недостатню увагу до модеруючої ролі якості сну та рівня стресу при вивченні зв'язку між багатомовністю та виконавчими функціями. Усунення цих прогалин є метою емпіричного дослідження, організація якого описана у наступному розділі.

РОЗДІЛ 2: ОРГАНІЗАЦІЯ ЕМПІРИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ ВИКОНАВЧИХ ФУНКЦІЙ З БАГАТОМОВНІСТЮ

2.1 Обґрунтування дизайну дослідження

Дизайн цього дослідження розроблявся відповідно до теоретичних положень, систематизованих у Розділі 1, та з урахуванням специфіки досліджуваної проблеми, як вивчення зв'язку між характеристиками мовного досвіду та ефективністю виконавчих функцій у мультилінгвальній вибірці.

Дослідження є кількісним кореляційно-порівняльним і реалізується в рамках cross-sectional дизайну. Такий дизайн є стандартним для досліджень індивідуальних відмінностей у когнітивному контролі і дозволяє виявити зв'язки між характеристиками мовного профілю та показниками виконавчих функцій без маніпулювання незалежними змінними.

Дослідження проводилося як попереднє (preliminary study) на вибірці з 84 учасників з метою отримання первинних емпіричних даних щодо досліджуваних зв'язків та перевірки коректності процедури вимірювання. Отримані результати становлять основу для планування повномасштабного дослідження з розширеною вибіркою, що забезпечить достатню статистичну потужність для надійної перевірки висунутих гіпотез.

На відміну від традиційних досліджень білінгвальної переваги, що оперують бінарним порівнянням монолінгвів і білінгвів, цей дизайн ґрунтується на диференційованому підході до мовного досвіду як багатовимірною конструкту. Відповідно до положень Гіпотези адаптивного контролю Green та рекомендацій Luk & Bialystok (2013), дослідження перевіряє, які саме характеристики мовного репертуару: кількість активних мов, частота їх використання, типологічна різноманітність та вік засвоєння- є найсильнішими предикторами окремих компонентів виконавчих функцій.

Залежними змінними виступають три компоненти виконавчих функцій відповідно до моделі Miyake et al. (2000): інгібіторний контроль, оновлення робочої пам'яті та когнітивна гнучкість. Кожен компонент операціоналізовано через відповідну нейрокогнітивну парадигму: тест Струпа, N-back та Task Switching відповідно.

Незалежними змінними є характеристики мовного профілю учасників: обсяг активного мовного репертуару (кількість мов), частота використання нерідних мов, типологічна різноманітність репертуару (індекс Сімпсона), рівень компетенції в нерідних мовах та вік початку засвоєння найранішої нерідної мови.

Процедура емпіричного дослідження реалізовувалась у три послідовні блоки:

1. Перший блок передбачав збір соціально-демографічних даних (вік, стать, рівень освіти) та детального мовного профілю учасника. Для кожної відомої мови фіксувалися: назва мови, її статус (рідна / іноземна), рівень компетенції за шкалою CEFR (A1–C2), частота використання (щодня / часто / рідко / ніколи) та вік початку вивчення.
2. Другий блок включав три когнітивні тести, що пред'являлися у фіксованому порядку:
 - a) **Тест Струпа (Stroop Color-Word Task)** - оцінка інгібіторного контролю. Учасникам пред'являлися слова-назви кольорів, надруковані конгруентним або інконгруентним кольором шрифту. Завдання полягало у якнайшвидшому називанні кольору шрифту. Реєструвалися час реакції та точність відповідей у конгруентних та інконгруентних умовах. Ключовим показником виступав ефект інтерференції: різниця між часом реакції в інконгруентних та конгруентних пробах.
 - b) **Завдання N-back** - оцінка оновлення робочої пам'яті. Учасникам послідовно пред'являлися літери, і необхідно було визначити чи збігається поточний стимул із тим що був представлений N позицій тому. Ключовим показником виступала точність відповідей.
 - c) **Завдання на переключення між задачами (Task Switching)** - оцінка когнітивної гнучкості. Учасникам по чергово пред'являлися завдання двох типів, між якими необхідно було переключатися. Реєструвався час реакції у пробах із переключенням та без нього. Ключовим показником

виступала вартість переключення: різниця між часом реакції у switch- та repeat-пробах.

2.2 Вибірка дослідження

На етапі попереднього дослідження вибірку склали 84 особи віком від 18 до 30 років (69 осіб у віковій групі 18–24 роки та 15 осіб у групі 25–30 років). Цільовою групою є молоді дорослі, що відповідає стандартній практиці досліджень когнітивного контролю, оскільки цей віковий діапазон характеризується відносною стабільністю виконавчих функцій і мінімальним впливом вікового когнітивного зниження (Diamond, 2013). Серед учасників: 59 жінок (70.2%) та 25 чоловіків (29.8%). Рекрутування здійснювалося через соціальні мережі та студентські спільноти.

Критерії включення:

До участі в дослідженні запрошувалися особи, що відповідали таким критеріям:

- вік від 18 до 30 років
- знання будь-якої кількості мов
- наявність стабільного інтернет-з'єднання та стандартного комп'ютерного пристрою для участі в онлайн-тестуванні на платформі Pavlovia
- достатній рівень володіння українською мовою для розуміння інструкцій

Критерії виключення:

З аналізу виключалися окремі проби у таких випадках:

- технічні збої під час виконання тестів (переривання сесії, втрата з'єднання)
- надмірно висока кількість пропущених відповідей (понад 20% у будь-якому з тестів)
- показники часу реакції, що виходять за межі допустимого діапазону (менше 150 мс або більше 3000 мс), а також значення, що перевищують ± 3 стандартних відхилення від індивідуального середнього

Жоден учасник не був повністю виключений з аналізу. На рівні окремих проб було видалено 12 спостережень часу реакції, що становить менше 1% від загальної кількості проб. Дев'ять учасників мали пропущені значення для предикторів частоти

використання та віку засвоєння іноземних мов - оскільки їхній мовний репертуар складався виключно з рідних мов. У регресійних моделях, що включали ці предиктори, застосовувалося виключення за принципом listwise deletion ($n = 75$).

Мовний профіль вибірки:

Вибірка формувалася з урахуванням специфіки мовної ситуації в Україні. Переважна більшість учасників є носіями української мови як рідної, при цьому більшість з дитинства має пасивний або активний досвід взаємодії з російською мовою через середовищний вплив, що формує специфічний білінгвальний профіль ще до початку формального вивчення іноземних мов.

Мовний профіль вибірки виявився різноманітним: 17 учасників (20.2%) мали дві мови у репертуарі; 18 (21.4%) - три мови; 23 (27.4%) - чотири мови, 14 (16.7%) - п'ять мов та 12 (14.3%) - шість мов. Середня кількість мов склала $M = 3.83$ ($SD = 1.32$).

Найпоширенішою іноземною мовою була англійська, що відповідає її статусу основної іноземної мови в системі формальної освіти в Україні. Середній вік початку вивчення найранішої іноземної мови становив $M = 6.87$ років ($SD = 4.50$), що свідчить про переважно ранній початок мовного навчання у вибірці.

Для цілей порівняльного аналізу учасники були розподілені на три групи за кількістю мов у репертуарі: білінгви (2 мови, $n = 17$), трилінгви (3 мови, $n = 18$) та мультилінгви (4 і більше мов, $n = 49$).

2.3. Методи збору даних

Анкета мовного профілю

Для опису мовного досвіду учасників було розроблено структуровану анкету мовного профілю, що базується на ключових вимірах, рекомендованих у сучасній психолінгвістичній літературі. Анкета охоплює чотири виміри для кожної мови учасника.

Статус мови визначався через запитання про те, чи є мова рідною (засвоєною в дитинстві як перша мова в сімейному середовищі) або нерідною (засвоєною пізніше через формальне навчання або середовищний вплив). Ця змінна дозволяє розмежувати L1 та L2/L3 у мовному репертуарі учасника.

Вік початку вивчення (age of acquisition, AoA) фіксувався для кожної нерідної мови як вік, у якому учасник розпочав систематичне вивчення або регулярний контакт з мовою. AoA є важливим предиктором нейронної інтеграції мови та ступеня автоматизації її обробки і включається до аналізу як контрольна змінна.

Рівень компетенції оцінювався учасником самостійно за шкалою Загальноєвропейських рекомендацій з мовної освіти (CEFR): A1, A2, B1, B2, C1, C2. Для цілей кількісного аналізу рівні переводяться в числову шкалу від 1 (A1) до 6 (C2). Самооцінка компетенції за CEFR є стандартним підходом у великомасштабних дослідженнях мовного профілю та демонструє прийнятну збіжну валідність із результатами стандартизованих тестів.

Частота використання оцінювалася за чотириградацийною шкалою: ніколи (0); рідко (1); часто (2); щодня (3). Частота використання є, за даними літератури, одним із найсильніших предикторів когнітивних ефектів багатомовності, оскільки відображає реальну інтенсивність залучення механізмів мовного контролю. Для цілей аналізу обчислювалося середнє значення частоти використання по всіх нерідних мовах учасника.

Операціоналізація незалежних змінних

На основі зібраних даних мовного профілю обчислювалися такі незалежні змінні.

Обсяг мовного репертуару (n_langs)- загальна кількість мов, якими володіє учасник, незалежно від рівня компетенції та частоти використання. Цей показник є основним предиктором у дослідженні та використовується як для кореляційного аналізу, так і для формування груп у порівняльному аналізі.

Частота використання нерідних мов (mean_foreign_freq)- середнє значення частоти використання всіх мов, крім рідних, за чотириградацийною шкалою (0–3). Відображає інтенсивність активного мовного перемикавання у повсякденному житті.

Типологічна різноманітність репертуару (simpson_div) операціоналізувалася за допомогою індексу Сімпсона, адаптованого для лінгвістичного аналізу. Для кожного учасника мови репертуару класифікувалися за мовними родинами (слов'янська східна, слов'янська західна, германська, романська, сино-тибетська, корейська, японська,

тюркська тощо). Індекс розраховувався за формулою $D = 1 - \frac{\sum [n_i(n_i-1)]}{N(N-1)}$, де n_i - це кількість мов із певної родини, N - це загальна кількість мов у репертуарі. Значення індексу наближається до 1 при максимальній різномірності мовних родин і дорівнює 0, якщо всі мови належать до однієї родини. На відміну від бінарного підходу, індекс Сімпсона враховує як кількість представлених родин, так і рівномірність їх розподілу у репертуарі, що забезпечує більш точну операціоналізацію типологічної різномірності.

Середній рівень компетенції в нерідних мовах (mean_foreign_level)- середнє значення рівня CEFR по всіх нерідних мовах, переведене в числову шкалу від 1 (A1) до 6 (C2).

Вік засвоєння найранішої нерідної мови (min_foreign_age)- числове значення віку початку вивчення найранішої іноземної мови як контрольна змінна.

Оцінка рівня стресу та якості сну

Планом дослідження передбачалося включення стандартизованих інструментів для оцінки якості сну та рівня психологічного стресу як модеруючих змінних. Через технічну помилку при фінальному налаштуванні платформи відповідний блок не був збережений у процедурі збору даних, внаслідок чого ці змінні не могли бути виміряні в поточному дослідженні. Це є методологічним обмеженням поточного етапу дослідження, що детальніше розглядається у розділі обмежень.

Для майбутніх досліджень рекомендується використання таких інструментів:

Піттсбурзький індекс якості сну (Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI; Buysse et al., 1989) для оцінки якості сну за останній місяць та Шкала сприйнятого стресу для вимірювання суб'єктивного рівня стресу. Обидва інструменти мають валідовані україномовні версії та широко застосовуються в когнітивно-психологічних дослідженнях [90].

Тест Струпа (інгібіторний контроль)

Для вимірювання інгібіторного контролю використовувався комп'ютеризований варіант тесту Струпа (Stroop Color-Word Test; Stroop, 1935). Тест є одним із найбільш валідованих і широко застосовуваних інструментів вимірювання інгібіторного контролю в когнітивній психології та нейропсихології і є стандартним методом операціоналізації цього компонента у дослідженнях білінгвізму.

Стимульний матеріал і процедура. Учасникам пред'являлися слова, написані різними кольорами шрифту. Завданням учасника було якомога швидше і точніше назвати колір шрифту, ігноруючи значення слова. Тест включав два типи проб: конгруентні (колір шрифту збігається зі значенням слова (наприклад, слово "червоний" написане червоним)); та інконгруентні (колір шрифту не збігається зі значенням слова (наприклад, слово "червоний" написане синім)). Перед основним блоком проводилася практична серія для ознайомлення з процедурою.

Показники. Основним показником є величина ефекту інтерференції (interference effect), що обчислюється як різниця між середнім часом реакції на інконгруентних і конгруентних пробах: $IE = RT(\text{інконгруентні}) - RT(\text{конгруентні})$. Вищий показник ІЕ свідчить про нижчу ефективність інгібіторного контролю. Додатково фіксується точність відповідей у обох умовах.

N-back парадигма (оновлення робочої пам'яті)

Для вимірювання оновлення робочої пам'яті використовувалася n-back парадигма, що є стандартним інструментом вимірювання цього компонента виконавчих функцій у когнітивних дослідженнях.

Стимульний матеріал і процедура. Учасникам надавалися послідовність стимулів (літер), і вони мали визначити, чи збігається поточний стимул із тим, що з'являвся 2 кроків тому (через літеру назад). У цьому дослідженні використовувався варіант 2-back як оптимальний баланс між складністю та вимогами до оновлення робочої пам'яті. Відповідь надавалася натисканням клавіші "пробіл" при збізі, НЕ натисканням клавіші - при відсутності збігу. Перед основним блоком проводилася практична серія.

Показники. Основним показником є точність відповідей - частка правильних відповідей, включно з правильними "так" і правильними "ні". Точність є більш надійним показником у n-back парадигмі порівняно з часом реакції, оскільки відображає власне ефективність моніторингу та оновлення інформації в робочій пам'яті.

Парадигма переключення завдань: Task Switching (когнітивна гнучкість)

Для вимірювання когнітивної гнучкості використовувалася парадигма переключення завдань (task switching), що є стандартним інструментом операціоналізації компонента shifting у моделі Miyake.

Стимульний матеріал і процедура. Стимульний матеріал складався з пар "літера-цифра" (наприклад, G6), що пред'являлися в одному з чотирьох квадрантів екрану.

Розташування стимулу визначало тип поточного завдання: якщо стимул з'являвся у верхніх квадрантах - учасник виконував завдання на літеру (Letter Task); якщо у нижніх квадрантах - завдання на цифру (Number Task).

У завданні на літеру необхідно було визначити, чи є літера приголосною (G, K, M, R - клавіша "ліворуч") або голосною (A, E, I, U = клавіша "праворуч"). У завданні на цифру, чи є число непарним (3, 5, 7, 9 = клавіша "ліворуч") або парним (2, 4, 6, 8 = клавіша "праворуч"). Таким чином, тип завдання визначався позицією стимулу на екрані, а не явною підказкою, що вимагало від учасника постійного моніторингу та гнучкого переключення між двома правилами реагування. Перед основним блоком проводилася практична серія для ознайомлення з процедурою.

Парадигма включала два типи проб: проби повторення (repeat trials)- тип завдання не змінюється порівняно з попередньою пробою (наприклад, два рази поспіль верхній квадрант); та проби переключення (switch trials)- тип завдання змінюється (наприклад, верхній квадрант після нижнього).

Показники. Основним показником є switch cost- різниця між середнім часом реакції на пробах переключення та пробах повторення: $SC = RT(\text{switch}) - RT(\text{repeat})$. Вищий switch cost свідчить про нижчу ефективність когнітивної гнучкості. Додатково фіксується точність відповідей на обох типах проб.

2.4 Процедура проведення дослідження

Дослідження проводилося повністю в онлайн-форматі на платформі Pavlovia з використанням програмного забезпечення PsychoPy (версія 2023.1). Кожен учасник проходив дослідження індивідуально у зручний для нього час. Загальна тривалість сесії становила орієнтовно 7-10 хвилин. Були респонденти, які проходили тестування і за 5 хвилин.

Для стандартизації умов тестування учасникам рекомендувалося використовувати ноутбук або настільний комп'ютер з клавіатурою, обрати тихе місце без відволікань та завершити сесію за один безперервний підхід.

Сесія складалася з чотирьох послідовних блоків: демографічні данні, анкета мовного профілю, нейрокогнітивна батарея та завершення сесії. Між тестами передбачалася коротка пауза тривалістю 30 секунд.

Порядок нейрокогнітивних тестів був фіксованим для всіх учасників: тест Струпа, N-back, Task Switching. Цей порядок обрано з урахуванням зростаючої складності завдань. Фіксований порядок є методологічним обмеженням- рандомізація порядку між учасниками була б переважнішою, однак вимагала б складнішої технічної реалізації. Це зазначається як обмеження дослідження.

2.5. Методи статистичного аналізу

Статистичний аналіз даних здійснювався у програмному середовищі Jamovi (версія 2.3; The jamovi project, 2023), що є відкритим статистичним пакетом, розробленим на основі мови R та широко застосовуваним у психологічних дослідженнях завдяки інтуїтивному інтерфейсу та автоматичному формуванню результатів у форматі APA.

Попередня обробка даних

До основного статистичного аналізу здійснювалася попередня обробка даних, що включала кілька етапів.

Виключення викидів у показниках часу реакції проводилося на рівні індивідуальних проб: відповіді з $RT < 150$ мс та $RT > 3000$ мс виключалися як невалідні. Додатково для кожного учасника обчислювався індивідуальний розподіл RT, і проби, що виходили за межі ± 3 стандартних відхилень від індивідуального середнього, виключалися з аналізу (Ratcliff, 1993). Загалом було виключено 12 спостережень, що становить менше 1% від загальної кількості проб. Жоден учасник не був повністю виключений із аналізу.

Перевірка нормальності розподілу залежних змінних здійснювалася за допомогою критерію Шапіро-Вілка. За результатами перевірки більшість змінних відхилялися від нормального розподілу ($p < .05$), за винятком RT switch ($W = 0.989$, $p = .721$) та

середнього рівня компетенції ($W = 0.977$, $p = .197$). Відповідно до результатів перевірки нормальності обиралися параметричні або непараметричні методи аналізу.

Описова статистика для всіх змінних включала: середні значення та стандартні відхилення для нормально розподілених змінних; медіани для змінних із порушенням нормальності; частоти та відсотки для категоріальних змінних.

Етап 1: Кореляційний аналіз

На першому етапі аналізу обчислювалися двовибіркові кореляції між усіма незалежними змінними мовного профілю та залежними змінними: показниками трьох нейрокогнітивних тестів. З огляду на порушення нормальності більшості змінних застосовувався коефіцієнт кореляції Спірмена. Коефіцієнт Пірсона використовувався лише у випадку нормального розподілу обох змінних. Кореляційний аналіз слугував попереднім оглядом структури зв'язків і не є основним методом перевірки гіпотез.

Етап 2: Порівняльний аналіз між групами

Для порівняння показників виконавчих функцій між групами учасників з різним обсягом мовного репертуару (білінгви- 2 мови, $n = 17$; трилінгви- 3 мови, $n = 18$; мультилінгви- 4 і більше мов, $n = 49$) застосовувався непараметричний критерій Краскела-Уолліса (Kruskal-Wallis test) - з огляду на порушення нормальності розподілів залежних змінних.

При виявленні значущих міжгрупових відмінностей проводився post-hoc аналіз із застосуванням процедури Двасса-Стіла-Кричлоу-Флігнера (DSCF)- непараметричного методу попарних порівнянь, що не вимагає припущення про рівність дисперсій та є більш консервативним за стандартний критерій Манна-Уїтні при множинних порівняннях.

Етап 3: Ієрархічна множинна регресія

Основним методом перевірки дослідницьких гіпотез є ієрархічна множинна регресія, що дозволяє оцінити внесок кожного предиктора у пояснення дисперсії залежної змінної при контролі за іншими змінними. Регресійний аналіз проводився окремо для кожної залежної змінної: ефект інтерференції Струпа, точність у N-back, switch cost у Task Switching.

Модель будувалась у три кроки:

Крок 1- контрольні змінні: стать, вік, рівень освіти. Включення цих змінних на першому кроці дозволяє контролювати їх потенційний вплив на залежні змінні до введення основних предикторів.

Крок 2- основні предиктори мовного профілю: кількість мов у репертуарі (*n_langs*), частота використання нерідних мов (*mean_foreign_freq*), типологічна різноманітність репертуару (індекс Сімпсона, *simpson_div*) та вік засвоєння найранішої нерідної мови (*min_foreign_age*).

Крок 3- додатковий предиктор: середній рівень компетенції в нерідних мовах (*mean_foreign_level*). Включення на окремому кроці дозволяє оцінити додатковий внесок компетенції понад ефекти частоти використання та кількості мов.

На кожному кроці оцінювався приріст поясненої дисперсії (R^2) та його статистична значущість (F-тест). У таблицях результатів наводяться стандартизовані коефіцієнти β , що дозволяють порівнювати відносний внесок предикторів незалежно від їх одиниць вимірювання.

Перевірка гіпотез

Відповідність результатів регресійного аналізу дослідницьким гіпотезам оцінювалася таким чином:

H1 (частота використання - інгібіторний контроль) підтверджується, якщо частота використання нерідних мов є значущим предиктором ефекту інтерференції Струпа на кроці 2 регресійної моделі, і її стандартизований коефіцієнт β є більшим за абсолютним значенням порівняно з коефіцієнтами інших предикторів мовного профілю.

H2 (типологічна різноманітність - когнітивна гнучкість) підтверджується, якщо індекс типологічної різноманітності Сімпсона є значущим предиктором *switch cost* при контролі за кількістю мов.

H3 (частота перемикавання - когнітивна гнучкість) підтверджується, якщо частота використання нерідних мов є значущим предиктором *switch cost* незалежно від кількості мов у репертуарі.

Н4 (кількість мов - оновлення робочої пам'яті) підтверджується, якщо кількість мов у репертуарі є значущим предиктором точності у N-back завданні.

Рівень значущості та розмір ефекту

Рівень статистичної значущості встановлювався на рівні $\alpha = .05$. Для оцінки практичної значущості результатів поряд із р-значеннями обчислювалися показники розміру ефекту. Для критерію Краскела-Уолліса обчислювався коефіцієнт η^2 , інтерпретація якого здійснювалася відповідно до конвенцій Cohen (1988): малий ($\eta^2 > .01$), середній ($\eta^2 > .06$), великий ($\eta^2 > .14$). Для регресійних моделей наводилися стандартизовані коефіцієнти β та коефіцієнт детермінації R^2 , що відображає загальну частку поясненої дисперсії залежної змінної.

З огляду на обмежений обсяг вибірки ($n = 84$) усі результати інтерпретувалися з відповідною обережністю. Статистично незначущі результати не інтерпретувалися як свідчення відсутності ефекту, а розглядалися в контексті обмеженої статистичної потужності дослідження.

РОЗДІЛ 3: АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1 Попередня обробка даних

Статистичний аналіз здійснювався у програмному середовищі Jamovi (версія 2.3; The jamovi project, 2023). До основного аналізу проводилася попередня обробка даних.

Виключення викидів у показниках часу реакції здійснювалося у два етапи. На першому етапі виключалися відповіді з $RT < 150$ мс як антиципаторні та $RT > 3000$ мс як такі, що відображають відволікання уваги (Ratcliff, 1993).

На другому етапі для кожного учасника обчислювався індивідуальний розподіл RT , і значення, що виходили за межі ± 3 стандартних відхилень від індивідуального середнього, виключалися з аналізу. Загалом було виключено 11 спостережень: 4 із завдання Stroop та 7 із завдання Task Switching.

Дев'ять учасників мали пропущені значення для предикторів частоти використання та віку засвоєння іноземних мов, оскільки їхній репертуар складався виключно з рідних мов. У регресійних моделях, що включали ці предиктори, застосовувалося виключення за принципом listwise deletion ($n = 75$).

3.2 Описова статистика

Описова статистика предикторів мовного профілю наведена у Таблиці 1.

Таблиця 1

Описові статистики досліджуваних змінних

Показник	<i>n_lan gs</i>	<i>mean_foreign _freq</i>	<i>min_foreign _age</i>	<i>mean_foreign _level</i>	<i>simpson_ div</i>
<i>N</i>	84	75	75	75	84
<i>Пропущено</i>	0	9	9	9	0
<i>Середнє</i>	3,83	1,81	6,87	3,76	0,610
<i>Медіана</i>	4,00	2,00	6	3,75	0,734
<i>Стандартне відхилення</i>	1,32	0,625	4,50	0,837	0,330

Мінімум	2	0,00	0	2,00	0,00
Максимум	6	3,00	26	6,00	1,00
Шапиро-Уїлк W	0,901	0,956	0,917	0,977	0,705
Шапиро-Уїлк p	<,001	0,011	<,001	0,197	<,001

Примітка. *n_langs* - кількість мов; *mean_foreign_freq* - середня частота використання іноземних мов; *min_foreign_age* - мінімальний вік початку вивчення іноземної мови; *mean_foreign_level* - середній рівень іноземних мов; *simpson_div* - індекс різноманітності Сімпсона.

Середня кількість мов у репертуарі учасників становила $M = 3.83$ ($SD = 1.32$, $Mdn = 4.00$), діапазон від 2 до 6 мов, що свідчить про переважно три- та чотиримовну вибірку.

Середня частота використання іноземних мов (за шкалою 0 = ніколи, 3 = щодня) дорівнювала $M = 1.81$ ($SD = 0.625$, $Mdn = 2.00$), що відповідає рівню "Часто". Дев'ять учасників мали пропущені значення для цього предиктора- їхній мовний репертуар складався виключно з рідних мов.

Вік початку вивчення найранішої іноземної мови становив у середньому $M = 6.87$ років ($SD = 4.50$, $Mdn = 6.00$), мінімум - 0 років (одночасне засвоєння з народження), максимум- 26 років. Це свідчить про переважно ранній початок мовного навчання у вибірці.

Середній рівень компетенції в іноземних мовах дорівнював $M = 3.76$ ($SD = 0.837$, $Mdn = 3.75$), що відповідає рівню між B1 та B2 за шкалою CEFR (1 = A1, 6 = C2).

Індекс типологічної різноманітності Сімпсона становив $M = 0.610$ ($SD = 0.330$, $Mdn = 0.734$), що відповідає помірно-високій типологічній різноманітності мовних репертуарів учасників.

Перевірка нормальності за критерієм Шапіро-Вілка показала відхилення від нормального розподілу для більшості предикторів ($p < .05$), за винятком середнього рівня компетенції ($W = 0.977$, $p = .197$). Відповідно, для подальшого кореляційного

аналізу застосовувався коефіцієнт Спірмена, для міжгрупових порівнянь- критерій Краскела-Уолліса.

Описова статистика когнітивних показників наведена у Таблиці 2.

Таблиця 2

Описові статистики показників когнітивного контролю

Показник	stroop_RT_congruent	stroop_RT_incongruent	stroop_interference_RT	stroop_acc_overall	nback_acc	tsw_RT_repeat	tsw_RT_switch	switch_cost_RT
N	82	81	81	84	84	80	81	79
Пропущено	2	3	3	0	0	4	3	5
Середнє	0,885	1,000	0,116	0,918	0,829	1,68	2,01	0,324
Медіана	0,828	0,946	0,139	0,953	0,840	1,67	1,98	0,256
Стандартне відхилення	0,245	0,225	0,178	0,146	0,0906	0,262	0,370	0,278
Мінімум	0,301	0,624	-0,445	0,208	0,520	1,07	1,25	-0,494
Максимум	1,79	1,86	0,558	1,00	0,960	2,46	2,95	1,10
Шапиро-Уїлк W	0,818	0,903	0,957	0,512	0,923	0,967	0,989	0,952
Шапиро-Уїлк p	<,001	<,001	0,008	<,001	<,001	0,039	0,721	0,005

Примітка. *stroop_RT_congruent* — час реакції у конгруентних пробах Струпа; *stroop_RT_incongruent* — час реакції у неконгруентних пробах; *stroop_interference_RT* — ефект інтерференції Струпа (RT); *stroop_acc_overall* — загальна точність у завданні Струпа; *nback_acc* — точність у завданні N-back; *tsw_RT_repeat* — час реакції при повторних пробах задачі перемикання; *tsw_RT_switch* — час реакції при пробах перемикання; *switch_cost_RT* — вартість перемикання (RT).

Середній час реакції на конгруентних пробах тесту Струпа становив $M = 0.885$ с ($SD = 0.245$, $Mdn = 0.828$), на інконгруентних- $M = 1.000$ с ($SD = 0.225$, $Mdn = 0.946$).

Ефект інтерференції Струпа- різниця між часом реакції на інконгруентних та конгруентних пробах- склав $M = 0.116$ с ($SD = 0.178$, $Mdn = 0.139$), що підтверджує наявність класичного ефекту Струпа у вибірці. Загальна точність відповідей у тесті Струпа становила $M = 0.918$ ($SD = 0.146$, $Mdn = 0.953$).

У завданні N-back середня точність відповідей дорівнювала $M = 0.829$ ($SD = 0.091$, $Mdn = 0.840$), що свідчить про загалом задовільний рівень виконання завдання на оновлення робочої пам'яті.

У завданні Task Switching середній час реакції на repeat-пробах становив $M = 1.68$ с ($SD = 0.262$, $Mdn = 1.67$), на switch-пробах- $M = 2.01$ с ($SD = 0.370$, $Mdn = 1.98$). Switch cost RT- різниця між часом реакції на switch- та repeat-пробах склав $M = 0.324$ с ($SD = 0.278$, $Mdn = 0.256$), що підтверджує наявність ефекту перемикання у вибірці. У п'яти учасників зафіксовано від'ємні значення switch cost (мінімум = -0.494), що може відображати індивідуальні стратегії виконання завдання.

Перевірка нормальності розподілу за критерієм Шапіро-Вілка показала відхилення від нормальності для більшості когнітивних показників ($p < .05$), за винятком RT switch ($W = 0.989$, $p = .721$). З огляду на переважне порушення нормальності, у подальшому аналізі застосовувалися непараметричні методи- коефіцієнт кореляції Спірмена та критерій Краскела-Уолліса.

3.3 Кореляційний аналіз

На першому етапі було обчислено двовибіркові кореляції між предикторами мовного профілю та залежними змінними когнітивних тестів. З огляду на порушення нормальності більшості змінних застосовувався коефіцієнт кореляції Спірмена (Таблиця 3).

Таблиця 3

Кореляційна матриця (коефіцієнт Спірмена)

Змінна	Показник	n_langs	mean_foreign_freq	min_foreign_age	mean_foreign_level	simpson_div	stroop_interference_RT	nback_acc	switch_cost_RT
n_langs	Спірмен $\rho(rho)$	—							
	df	—							
	p-значення	—							
mean_foreign_freq	Спірмен $\rho(rho)$	-0,007	—						
	df	73	—						
	p-значення	0,950	—						
min_foreign_age	Спірмен $\rho(rho)$	0,033	0,110	—					
	df	73	73	—					
	p-значення	0,781	0,346	—					
mean_foreign_level	Спірмен $\rho(rho)$	-0,282	0,075	-0,384	—				
	df	73	73	73	—				
	p-значення	0,014	0,523	<,001	—				
simpson_div	Спірмен $\rho(rho)$	0,831	-0,064	-0,119	-0,261	—			
	df	82	73	73	73	—			
	p-значення	<,001	0,585	0,310	0,024	—			
stroop_interference_RT	Спірмен $\rho(rho)$	0,059	-0,153	-0,012	-0,116	0,097	—		
	df	79	70	70	70	79	—		
	p-значення	0,604	0,201	0,919	0,332	0,390	—		
nback_acc	Спірмен $\rho(rho)$	0,048	0,309	0,002	0,103	0,079	-0,261	—	
	df	82	73	73	73	82	79	—	
	p-значення	0,664	0,007	0,984	0,379	0,477	0,019	—	
switch_cost_RT	Спірмен $\rho(rho)$	-0,529	-0,109	-0,199	0,204	-0,279	0,047	-0,050	—
	df	77	68	68	68	77	76	77	—
	p-значення	<,001	0,369	0,098	0,090	0,013	0,682	0,659	—

Примітка. ρ — коефіцієнт кореляції Спірмена; df — кількість ступенів свободи; p — рівень значущості. Жирним виділено статистично значущі кореляції ($p < ,05$). Прочерк (—) позначає діагональ матриці.

Найсильнішу та статистично значущу кореляцію з когнітивними показниками виявила кількість мов у репертуарі (n_langs). Зокрема, зафіксовано виражену негативну кореляцію між кількістю мов та switch cost RT ($\rho = -.529$, $p < .001$), чим більше мов в активному репертуарі учасника, тим менша ціна когнітивного перемикавання між завданнями.

Частота використання іноземних мов виявила значущий позитивний зв'язок із точністю N-back ($\rho = +.309$, $p = .007$)- учасники, які частіше використовують іноземні мови, демонструють кращу точність у завданні на оновлення робочої пам'яті. Натомість кореляція частоти зі Stroop interference RT не досягла рівня значущості ($\rho = -.153$, $p = .201$), хоча напрям зв'язку відповідає гіпотезі H1.

Індекс типологічної різномірності (simpson_div) виявив значущу негативну кореляцію зі switch cost RT ($\rho = -.279$, $p = .013$), однак ця змінна також сильно корелює з кількістю мов ($\rho = +.831$, $p < .001$), що вказує на мультиколінеарність між двома предикторами.

Жоден із предикторів не виявив значущої кореляції зі Stroop interference RT, що є першою індикацією щодо H1. Водночас кількість мов не корелює з точністю N-back ($\rho = +.048$, $p = .664$), що ставить під сумнів H4 у її вихідному формулюванні.

3.4 Порівняльний аналіз між групами

На другому етапі аналізу учасників було розподілено на три групи за кількістю мов у репертуарі: білінгви (2 мови, $n = 17$), трилінгви (3 мови, $n = 18$) та мультилінгви (4 і більше мов, $n = 49$). Оскільки розподіли залежних змінних відхиляються від нормальності, для міжгрупового порівняння застосовувався критерій Краскела-Уолліса. При виявленні значущих відмінностей проводився post-hoc аналіз методом DSCF. Результати наведені у Таблиці 4.

Таблиця 4

Результати непараметричного дисперсійного аналізу та попарних порівнянь

Критерій Краскела-Волліса

Змінна	χ^2	df	p
stroop_interference_RT	2,62	2	0,270
nback_acc	2,19	2	0,335
switch_cost_RT	20,15	2	<,001

Попарні порівняння Двасс-Стил-Кричлоу-Флінгнер (DSCF)

Змінна	Гр. 1	Гр. 2	W	p
stroop_interference_RT	двомовні	тримовні	-2,003	0,333
	двомовні	4+ мов	0,031	1,000
	тримовні	4+ мов	2,141	0,285
nback_acc	двомовні	тримовні	1,826	0,400
	двомовні	4+ мов	1,871	0,383
	тримовні	4+ мов	-0,512	0,930
switch_cost_RT	двомовні	тримовні	-2,14	0,285
	двомовні	4+ мов	-6,07	<,001
	тримовні	4+ мов	-3,37	0,046

Примітка. χ^2 — статистика критерію Краскела-Волліса; df — ступені свободи; W — статистика критерію DSCF; p — рівень значущості. Групи: Гр. 1 — білінгви (2 мови, $n = 17$), Гр. 2 — трилінгви (3 мови, $n = 18$), Гр. 3 — мультилінгви (4 і більше мов, $n = 49$). Жирним виділено статистично значущі результати ($p < ,05$).

Для показників ефекту інтерференції Струпа та точності N-back статистично значущих міжгрупових відмінностей виявлено не було ($\chi^2(2) = 2.62$, $p = .270$ та $\chi^2(2) = 2.19$, $p = .335$ відповідно). Це свідчить про те, що кількість мов у репертуарі не пов'язана з рівнем інгібіторного контролю та точністю робочої пам'яті на рівні групових порівнянь.

Натомість для switch cost RT виявлено статистично значущі міжгрупові відмінності: $\chi^2(2) = 20.15$, $p < .001$. Post-hoc аналіз DSCF показав що мультилінгви (4+ мов) демонструють значно менший switch cost порівняно як з білінгвами ($W = -6.07$, $p < .001$), так і з трилінгвами ($W = -3.37$, $p = .046$). Різниця між білінгвами та трилінгвами не досягла рівня значущості ($W = -2.14$, $p = .285$). Таким чином, когнітивна перевага у гнучкості перемикання між завданнями виявляється при досягненні репертуару чотирьох і більше мов, тоді як між білінгвами та трилінгвами значущих відмінностей не спостерігається.

3.5 Ієрархічна множинна регресія

Для перевірки H1 було побудовано ієрархічну регресійну модель із залежною змінною `stroop_interference_RT` (Таблиця 5).

Таблиця 5

Результати лінійної регресії: показники відповідності моделі та порівняння моделей

Показники відповідності моделі

Модель	<i>R</i>	<i>R</i> ²
1	0,237	0,0562
2	0,298	0,0886
3	0,310	0,0962

Порівняння моделей

Порівняння		ΔR^2	<i>F</i>	<i>df</i> 1	<i>df</i> 2	<i>p</i>
Модель	Модель					
1	2	0,03241	0,569	4	64	0,686
2	3	0,00764	0,532	1	63	0,468

Примітка. *R* — коефіцієнт множинної кореляції; *R*² — коефіцієнт детермінації; ΔR^2 — приріст коефіцієнта детермінації; *F* — статистика *F*-критерію; *df*1, *df*2 — ступені свободи; *p* — рівень значущості. Жирним виділено статистично значущі результати (*p* < ,05).

Таблиця 6

Коефіцієнти регресійної моделі 1 (залежна змінна: stroop_interference_RT)

Предиктор	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	β
Константа	-0,0376	0,1031	-0,365	0,716	
sex	0,0576	0,0498	1,157	0,251	0,138
age_group	-0,0557	0,0721	-0,773	0,442	-0,113
education	0,0812	0,0498	1,631	0,108	0,236

Примітка. *B* — нестандартизований коефіцієнт регресії; *SE* — стандартна похибка; *t* — *t*-статистика; *p* — рівень значущості; β — стандартизований коефіцієнт регресії. Жирним виділено статистично значущі предиктори (*p* < ,05).

Блок 1 (контрольні змінні: стать, вік, освіта) пояснював $R^2 = .056$ варіативності ефекту інтерференції Струпа, однак модель не досягла рівня статистичної значущості. Жодна

контрольна змінна не виявила значущого впливу, хоча освіта виявила тенденцію до значущості ($\beta = .236$, $p = .108$). (Таблиця 6)

Таблиця 7

**Коефіцієнти регресійної моделі 2 (залежна змінна:
stroop_interference_RT)**

Предиктор	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	β
Константа	-0,0192	0,13480	-0,143	0,887	
sex	0,0416	0,05199	0,801	0,426	0,0997
age_group	-0,0535	0,07410	-0,722	0,473	-0,1083
education	0,0909	0,05121	1,775	0,081	0,2642
n_langs	-0,0103	0,02691	-0,383	0,703	-0,0687
mean_foreign_freq	-0,0425	0,03718	-1,144	0,257	-0,1409
simpson_div	0,1226	0,12314	0,995	0,323	0,1807
min_foreign_age	$7,54 \times 10^{-4}$	0,00513	0,147	0,884	0,0184

Примітка. *B* — нестандартизований коефіцієнт регресії; *SE* — стандартна похибка; *t* — *t*-статистика; *p* — рівень значущості; β — стандартизований коефіцієнт регресії. Жирним виділено статистично значущі предиктори ($p < ,05$).

Блок 2 (предиктори мовного профілю: кількість мов, частота використання, типологічна різноманітність, вік засвоєння) не вніс значущого приросту поясненої дисперсії: $\Delta R^2 = .032$, $F(4, 64) = 0.569$, $p = .686$. Жоден із предикторів мовного профілю не досяг рівня статистичної значущості. Найбільший стандартизований коефіцієнт у цьому блоці належав частоті використання іноземних мов ($\beta = -.141$, $p = .257$) - напрям відповідає H1 (вища частота пов'язана з меншим ефектом інтерференції), проте ефект є статистично незначущим. (Таблиця 7)

Таблиця 8

**Коефіцієнти регресійної моделі 3 (залежна змінна:
stroop_interference_RT)**

Предиктор	B	SE	t	p	β
Константа	0,09911	0,21121	0,469	0,641	
sex	0,05238	0,05422	0,966	0,338	0,1254
age_group	-0,06646	0,07647	-0,869	0,388	-0,1346
education	0,10125	0,05333	1,899	0,062	0,2943
n_langs	-0,01325	0,02730	-0,485	0,629	-0,0883
mean_foreign_freq	-0,04098	0,03738	-1,096	0,277	-0,1358
simpson_div	0,10163	0,12688	0,801	0,426	0,1498
min_foreign_age	-0,00131	0,00587	-0,223	0,824	-0,0321
mean_foreign_level	-0,02542	0,03483	-0,730	0,468	-0,1142

Примітка. B — нестандартизований коефіцієнт регресії; SE — стандартна похибка; t — t-статистика; p — рівень значущості; β — стандартизований коефіцієнт регресії. Жирним виділено статистично значущі предиктори ($p < ,05$).

Блок 3 (рівень компетенції) також не вніс значущого приросту: $\Delta R^2 = .008$, $F(1, 63) = 0.532$, $p = .468$.

Таким чином, H1 не підтверджується: частота використання іноземних мов не є значущим предиктором ефекту інтерференції Струпа при контролі за демографічними змінними та іншими предикторами мовного профілю. Загальна пояснювальна сила моделі залишається низькою ($R^2 = .096$). (Таблиця 8)

Для аналізу предикторів точності N-back було побудовано ієрархічну регресійну модель із залежною змінною nback_acc (Таблиця 9).

Таблиця 9

Показники відповідності ієрархічної регресійної моделі (залежна змінна: nback_асс)

Модель	<i>R</i>	<i>R</i> ²
1	0,193	0,0373
2	0,411	0,1691
3	0,442	0,1950

Примітка. *R* — коефіцієнт множинної кореляції; *R*² — коефіцієнт детермінації.

Порівняння ієрархічних регресійних моделей (залежна змінна: nback_асс)

Порівняння		ΔR^2	<i>F</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>p</i>
Модель	Модель					
1	2	0,1317	2,66	4	67	0,040
2	3	0,0260	2,13	1	66	0,149

Примітка. ΔR^2 — приріст коефіцієнта детермінації; *F* — статистика *F*-критерію; *df1*, *df2* — ступені свободи; *p* — рівень значущості. Жирним виділено статистично значущі результати (*p* < ,05).

Таблиця 10

Коефіцієнти регресійної моделі 1 (залежна змінна: nback_асс)

Предиктор	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	β
Константа	0,8957	0,0515	17,393	<,001	
sex	-0,0222	0,0243	-0,913	0,364	-0,1073
age_group	0,0214	0,0333	0,642	0,523	0,0887
education	-0,0340	0,0236	-1,439	0,155	-0,1985

Примітка. *B* — нестандартизований коефіцієнт регресії; *SE* — стандартна похибка; *t* — *t*-статистика; *p* — рівень значущості; β — стандартизований коефіцієнт регресії. Жирним виділено статистично значущі предиктори (*p* < ,05).

Блок 1 (контрольні змінні) не досяг рівня значущості, пояснюючи $R^2 = .037$ варіативності точності N-back. Жодна контрольна змінна не виявила значущого впливу. (таблиця 10)

Таблиця 11

Коефіцієнти регресійної моделі 2 (залежна змінна: pback_асс)

Предиктор	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	β
Константа	0,8373	0,06306	13,278	<,001	
sex	-0,0166	0,02408	-0,689	0,493	-0,0802
age_group	0,0228	0,03226	0,706	0,483	0,0943
education	-0,0385	0,02309	-1,668	0,100	-0,2249
n_langs	-0,0218	0,01233	-1,771	0,081	-0,2916
mean_foreign_freq	0,0370	0,01716	2,155	0,035	0,2511
simpson_div	0,1209	0,05744	2,105	0,039	0,3517
min_foreign_age	$1,71 \times 10^{-4}$	0,00239	0,072	0,943	0,0084

Примітка. *B* — нестандартизований коефіцієнт регресії; *SE* — стандартна похибка; *t* — *t*-статистика; *p* — рівень значущості; β — стандартизований коефіцієнт регресії. Жирним виділено статистично значущі предиктори ($p < ,05$).

Блок 2 (предиктори мовного профілю) вніс статистично значущий приріст поясненої дисперсії: $\Delta R^2 = .132$, $F(4, 67) = 2.66$, $p = .040$. Два предиктори виявились значущими: частота використання іноземних мов ($\beta = +.251$, $p = .035$) та індекс типологічної різноманітності Сімпсона ($\beta = +.352$, $p = .039$). Це означає що учасники, які частіше використовують іноземні мови та мають типологічно різноманітніший репертуар, демонструють вищу точність у завданні на оновлення робочої пам'яті. Кількість мов виявила тенденцію до значущості ($\beta = -.292$, $p = .081$), що може свідчити про наявність ефекту при більшій вибірці. (Таблиця 11)

Таблиця 12

Коефіцієнти регресійної моделі 3 (залежна змінна: pback_acc)

Предиктор	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	β
Константа	0,72901	0,09704	7,513	<,001	
sex	-0,02513	0,02458	-1,022	0,311	-0,122
age_group	0,03811	0,03367	1,132	0,262	0,158
education	-0,05001	0,02422	-2,065	0,043	-0,292
n_langs	-0,01908	0,01238	-1,542	0,128	-0,255
mean_foreign_freq	0,03510	0,01707	2,056	0,044	0,238
simpson_div	0,13959	0,05838	2,391	0,020	0,406
min_foreign_age	0,00205	0,00270	0,759	0,451	0,100
mean_foreign_level	0,02334	0,01599	1,460	0,149	0,212

Примітка. *B* — нестандартизований коефіцієнт регресії; *SE* — стандартна похибка; *t* — статистика; *p* — рівень значущості; β — стандартизований коефіцієнт регресії. Жирним виділено статистично значущі предиктори ($p < ,05$).

Блок 3 (рівень компетенції) не вніс значущого приросту: $\Delta R^2 = .026$, $F(1, 66) = 2.13$, $p = .149$, хоча напрям $\beta = +.212$ відповідає очікуванням. Загальна пояснювальна сила фінальної моделі склала $R^2 = .195$, що відповідає малому-середньому розміру ефекту.

Отримані результати дозволяють припустити, що якісні характеристики мовної практики: зокрема інтенсивність використання та типологічна різномірність репертуару є важливішими предикторами оновлення робочої пам'яті, ніж кількість мов як така. (Таблиця 12)

Для аналізу предикторів когнітивної гнучкості було побудовано ієрархічну регресійну модель із залежною змінною *switch_cost_RT* (Таблиця 13).

Таблиця 13

Показники відповідності ієрархічної регресійної моделі (залежна змінна: *switch_cost_RT*)

Модель	<i>R</i>	<i>R</i> ²
1	0,174	0,0303
2	0,530	0,2813
3	0,530	0,2814

Примітка. *R* — коефіцієнт множинної кореляції; *R*² — коефіцієнт детермінації.

Порівняння ієрархічних регресійних моделей (залежна змінна: *switch_cost_RT*)

Порівняння		ΔR^2	<i>F</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>p</i>
Модель	Модель					
1	2	0,1317	2,66	4	67	0,040
2	3	0,0260	2,13	1	66	0,149

Примітка. ΔR^2 — приріст коефіцієнта детермінації; *F* — статистика *F*-критерію; *df1*, *df2* — ступені свободи; *p* — рівень значущості. Жирним виділено статистично значущі результати (*p* < ,05).

Таблиця 14

Коефіцієнти регресійної моделі 1 (залежна змінна: switch_cost_RT)

Предиктор	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	β
Константа	0,1999	0,1604	1,247	0,217	
sex	0,1014	0,0784	1,293	0,200	0,1590
age_group	-0,0465	0,1111	-0,419	0,677	-0,0629
education	0,0339	0,0765	0,444	0,659	0,0660

Примітка. *B* — нестандартизований коефіцієнт регресії; *SE* — стандартна похибка; *t* — *t*-статистика; *p* — рівень значущості; β — стандартизований коефіцієнт регресії. Жирним виділено статистично значущі предиктори ($p < ,05$).

Блок 1 (контрольні змінні) не досяг рівня значущості, пояснюючи лише $R^2 = .030$ варіативності switch cost. Жодна контрольна змінна не виявила значущого впливу на показник когнітивного перемикання. (Таблиця 14)

Таблиця 15

Коефіцієнти регресійної моделі 2 (залежна змінна: switch_cost_RT)

Предиктор	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	β
Константа	0,64410	0,18024	3,574	<,001	
sex	0,15169	0,07272	2,086	0,041	0,23784
age_group	0,00467	0,10039	0,047	0,963	0,00632
education	0,05209	0,06899	0,755	0,453	0,10130
n_langs	-0,10972	0,03663	-2,995	0,004	-0,48179
mean_foreign_freq	-0,04222	0,05028	-0,840	0,404	-0,09358
simpson_div	0,00121	0,16673	0,007	0,994	0,00118
min_foreign_age	-0,00899	0,00725	-1,241	0,220	-0,14260

Примітка. *B* — нестандартизований коефіцієнт регресії; *SE* — стандартна похибка; *t* — *t*-статистика; *p* — рівень значущості; β — стандартизований коефіцієнт регресії. Жирним виділено статистично значущі предиктори ($p < ,05$).

Блок 2 (предиктори мовного профілю) вніс потужний і статистично значущий приріст поясненої дисперсії: $\Delta R^2 = .251$, $F(4, 62) = 5.41$, $p < .001$. Загальна пояснювальна сила

моделі зростає до $R^2 = .281$, що відповідає середньому розміру ефекту. Єдиним значущим предиктором мовного профілю виявилась кількість мов у репертуарі ($\beta = -.482, p = .004$)- це найбільший стандартизований коефіцієнт у всьому дослідженні. Це означає що кожна додаткова мова у репертуарі пов'язана зі значущим зниженням switch cost, тобто кращою когнітивною гнучкістю. Частота використання ($\beta = -.094, p = .404$), типологічна різноманітність ($\beta = +.001, p = .994$) та вік засвоєння ($\beta = -.143, p = .220$) не виявили значущих ефектів при контролі за кількістю мов. Додатково виявлено значущий ефект статі ($\beta = +.238, p = .041$)- жінки демонструють дещо вищий switch cost порівняно з чоловіками. (Таблиця 15)

Таблиця 16

Коефіцієнти регресійної моделі 3 (залежна змінна: switch_cost_RT)

Предиктор	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	β
Константа	0,62526	0,28708	2,178	0,033	
sex	0,14999	0,07601	1,973	0,053	0,23517
age_group	0,00677	0,10417	0,065	0,948	0,00915
education	0,05043	0,07225	0,698	0,488	0,09808
n_langs	-0,10927	0,03732	-2,928	0,005	-0,47979
mean_foreign_freq	-0,04238	0,05072	-0,836	0,407	-0,09393
simpson_div	0,00444	0,17235	0,026	0,980	0,00432
min_foreign_age	-0,00866	0,00827	-1,047	0,299	-0,13739
mean_foreign_level	0,00402	0,04748	0,085	0,933	0,01201

Примітка. *B* — нестандартизований коефіцієнт регресії; *SE* — стандартна похибка; *t* — *t*-статистика; *p* — рівень значущості; β — стандартизований коефіцієнт регресії. Жирним виділено статистично значущі предиктори ($p < ,05$).

Блок 3 (рівень компетенції) не вніс жодного значущого приросту: $\Delta R^2 < .001$, $p = .933$, що свідчить про те, що рівень мовної компетенції не є предиктором когнітивної гнучкості понад ефект кількості мов. (Таблиця 16)

Отже, кількість мов у репертуарі є єдиним потужним та стабільним предиктором switch cost у даному дослідженні, що може свідчити про те, що сам досвід керування кількома мовними системами (незалежно від інтенсивності їх використання чи рівня компетенції) тренує механізми когнітивного перемикавання.

Висновки до Розділу 3

За результатами статистичного аналізу даних 84 учасників було отримано такі основні висновки.

По-перше, когнітивні завдання функціонували коректно: у вибірці зафіксовано класичний ефект інтерференції Струпа (різниця RT між інконгруентними та конгруентними пробами $M = 0.116$ с) та виражений ефект перемикання у Task Switching (switch cost $M = 0.324$ с), що підтверджує валідність використаних методик.

По-друге, кореляційний аналіз виявив два значущі зв'язки між предикторами мовного профілю та когнітивними показниками: кількість мов негативно корелює зі switch cost RT ($\rho = -.529$, $p < .001$), а частота використання іноземних мов позитивно корелює з точністю N-back ($\rho = +.309$, $p = .007$).

По-третє, груповий аналіз підтвердив що мультилінгви (4+ мови) демонструють значно менший switch cost порівняно з білінгвами та трілінгвами ($\chi^2(2) = 20.15$, $p < .001$, $\eta^2 = .239$), тоді як для Stroop та N-back групових відмінностей виявлено не було.

По-четверте, ієрархічна регресія показала що:

Для ефекту інтерференції Струпа жоден предиктор мовного профілю не виявився значущим ($\Delta R^2 = .032$, $p = .686$). H1 не підтверджується.

Для точності N-back мовний профіль вніс значущий приріст ($\Delta R^2 = .132$, $p = .040$), де значущими предикторами виявились частота використання іноземних мов ($\beta = +.251$, $p = .035$) та типологічна різномірність репертуару ($\beta = +.352$, $p = .039$). Проте оскільки значущою виявилась не кількість мов, а якісні характеристики практики, H4 у вихідному формулюванні не підтверджується, натомість отримано новий результат щодо ролі частоти та різномірності.

Для switch cost RT мовний профіль пояснює значну частку варіативності ($\Delta R^2 = .251$, $p < .001$), де єдиним значущим предиктором є кількість мов ($\beta = -.482$, $p = .004$).

Типологічна різномірність та частота використання не виявились значущими при контролі за кількістю мов. H2 та H3 не підтверджуються, проте виявлено потужний ефект кількості мов на когнітивну гнучкість.

Загалом результати вказують на диференційований вплив мовного профілю на різні компоненти виконавчих функцій: когнітивна гнучкість (Task Switching) найбільш чутлива до обсягу мовного репертуару, тоді як оновлення робочої пам'яті (N-back) пов'язане з якісними характеристиками мовної практики: частотою використання та типологічною різноманітністю. Інгібіторний контроль (Stroop) не виявив значущих зв'язків із жодним із досліджуваних предикторів мовного профілю, що може бути пов'язано з обмеженою статистичною потужністю на даній вибірці або з недостатньою чутливістю використаної версії завдання.

ВИСНОВКИ

Метою цього дослідження було вивчення зв'язку між характеристиками мовного профілю та ефективністю виконавчих функцій у мультилінгвальній україномовній вибірці. Дослідження реалізовувалося в рамках cross-sectional дизайну на вибірці з 84 осіб віком 18–30 років з використанням трьох нейрокогнітивних парадигм: тесту Струпа, N-back та Task Switching, як операціоналізацій трьох компонентів виконавчих функцій відповідно до моделі Miyake et al. (2000).

За результатами проведеного аналізу можна сформулювати такі висновки.

По-перше, з чотирьох висунутих гіпотез жодна не отримала повного статистичного підтвердження у форматі ієрархічної регресії на рівні $\alpha = .05$. Водночас отримані дані не свідчать про відсутність досліджуваних ефектів- обмежена статистична потужність вибірки ($n = 84$) є недостатньою для надійного виявлення ефектів малого та середнього розміру.

По-друге, найпотужнішим та найстабільнішим результатом дослідження є зв'язок між кількістю мов у репертуарі та когнітивною гнучкістю. Кількість мов негативно корелює зі switch cost RT ($\rho = -0.529$, $p < .001$) і є єдиним значущим предиктором у регресійній моделі ($\beta = -0.482$, $p = 0.004$), пояснюючи 25% додаткової дисперсії при контролі за демографічними змінними. Груповий аналіз підтвердив що мультилінгви (4+ мов) демонструють значно менший switch cost порівняно з білінгвами та трілінгвами ($\chi^2(2) = 20.15$, $p < .001$, $\eta^2 = .239$ - великий розмір ефекту). Цей результат узгоджується з положеннями Гіпотези адаптивного контролю і свідчить про те, що досвід керування розширеним мовним репертуаром тренує механізми когнітивного перемикавання незалежно від інтенсивності використання окремих мов.

По-третє, виявлено що якісні характеристики мовної практики: частота використання іноземних мов та типологічна різноманітність репертуару - є значущими предикторами точності у завданні N-back ($\beta = +0.251$, $p = 0.035$ та $\beta = +0.352$, $p = 0.039$ відповідно). Цей результат є несподіваним з точки зору вихідного формулювання H4, яка передбачала ефект кількості мов, і свідчить про те, що оновлення робочої пам'яті чутливіше до характеру мовної практики, ніж до обсягу репертуару.

По-четверте, жоден із досліджуваних предикторів мовного профілю не виявив значущого зв'язку з ефектом інтерференції Струпа. Можливим поясненням є ефект стелі у точності виконання завдання ($M = 0.918$) та недостатня чутливість використаної версії тесту для виявлення тонких індивідуальних відмінностей в інгібіторному контролі.

По-п'яте, результати демонструють диференційований вплив мовного профілю на різні компоненти виконавчих функцій: когнітивна гнучкість найбільш чутлива до обсягу мовного репертуару, тоді як оновлення робочої пам'яті пов'язане з якісними характеристиками мовної практики. Це свідчить про те, що різні аспекти мультилінгвального досвіду можуть по-різному впливати на окремі компоненти когнітивного контролю - питання, що потребує подальшого вивчення.

Дослідження має ряд обмежень. Вибірка є нерівномірною за статтю (70% жінок) та переважно молодшою, що обмежує узагальнення результатів. Висока кореляція між кількістю мов та індексом типологічної різноманітності ($\rho = 0.831$) унеможливила незалежну перевірку H_2 . Фіксований порядок когнітивних тестів може вносити ефекти порядку. Дев'ять учасників мали пропущені значення для предикторів мовної практики, що зменшило вибірку у відповідних моделях до $n = 75$.

Отримані результати становлять основу для подальших досліджень. Для надійної перевірки висунутих гіпотез рекомендується розширення вибірки до 120 і більше учасників зі збалансованим представленням груп за кількістю мов та статтю, включення учасників з типологічно більш різноманітними мовними репертуарами, а також рандомізація порядку когнітивних тестів між учасниками.

Список використаних джерел

1. Abutalebi, J. (2008). Neural aspects of second language representation and language control. *Acta Psychologica*, 128(3), 466–478.
2. Abutalebi, J., & Green, D. W. (2016). Neuroimaging of language control in bilinguals: Neural adaptation and reserve. *Bilingualism: Language and Cognition*, 19(4), 689–698.
3. Abutalebi, J., Della Rosa, P. A., Green, D. W., Hernandez, M., Scifo, P., Keim, R., Cappa, S. F., & Costa, A. (2012). Bilingualism tunes the anterior cingulate cortex for conflict monitoring. *Cerebral Cortex*, 22(9), 2076–2086.
4. Alwin, D. F., McCammon, R. J., Wray, L. A., & Rodgers, W. L. (2018). Population processes and cognitive aging. In K. W. Schaie & S. L. Willis (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (8th ed., pp. 69–90). Academic Press.
5. Antoniou, M. (2019). The advantages of bilingualism debate. *Annual Review of Linguistics*, 5, 395–415.
6. Arnsten, A. F. T. (2011). Catecholamine influences on dorsolateral prefrontal cortical networks. *Biological Psychiatry*, 69(12), e89–e99.
7. Aston-Jones, G., & Cohen, J. D. (2005). An integrative theory of locus coeruleus-norepinephrine function. *Annual Review of Neuroscience*, 28, 403–450.
8. Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A(1), 5–28.
9. Baddeley, A., & Wilson, B. (1988). Frontal amnesia and the dysexecutive syndrome. *Brain and Cognition*, 7(2), 212–230.
10. Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65–94.
11. Barkley, R. A. (2012). *Executive functions: What they are, how they work, and why they evolved*. Guilford Press.

12. Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Muraven, M., & Tice, D. M. (1998). Ego depletion: Is the active self a limited resource? *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(5), 1252–1265.
13. Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50(1–3), 7–15.
14. Bialystok, E. (2017). The bilingual adaptation: How minds accommodate experience. *Psychological Bulletin*, 143(3), 233–262.
15. Bialystok, E., Craik, F. I. M., & Freedman, M. (2007). Bilingualism as a protection against the onset of symptoms of dementia. *Neuropsychologia*, 45(2), 459–464.
16. Bialystok, E., Craik, F. I. M., & Luk, G. (2012). Bilingualism: Consequences for mind and brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(4), 240–250.
17. Bialystok, E., Craik, F. I. M., Klein, R., & Viswanathan, M. (2004). Bilingualism, aging, and cognitive control: Evidence from the Simon task. *Psychology and Aging*, 19(2), 290–303.
18. Bloomfield, L. (1933). *Language*. Holt, Rinehart and Winston.
19. Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108(3), 624–652.
20. Calabria, M., Hernández, M., Branzi, F. M., & Costa, A. (2012). Qualitative differences between bilingual language control and executive control: Evidence from task-switching. *Frontiers in Psychology*, 2, 399.
21. Cenoz, J. (2013). The influence of bilingualism on third language acquisition: Focus on multilingualism. *Language Teaching*, 46(1), 71–86.
22. Craik, F. I. M., Bialystok, E., & Freedman, M. (2010). Delaying the onset of Alzheimer disease: Bilingualism as a form of cognitive reserve. *Neurology*, 75(19), 1726–1729.
23. De Houwer, A. (2021). *Bilingual development in childhood*. Cambridge University Press.
24. Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168.

25. Dijkstra, T., & Van Heuven, W. J. B. (2002). The architecture of the bilingual word recognition system. *Bilingualism: Language and Cognition*, 5(3), 175–197.
26. Donnelly, S., & Kidd, E. (2021). The longitudinal relationship between conversational experience, vocabulary, and executive functions in preschool children. *Child Development*, 92(3), 609–625.
27. Engle, R. W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11(1), 19–23.
28. Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128(3), 309–331.
29. Frank, M. J., Loughry, B., & O'Reilly, R. C. (2001). Interactions between frontal cortex and basal ganglia in working memory. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 1(2), 137–160.
30. Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window into cognitive structure. *Cortex*, 87, 186–204.
31. Fuster, J. M. (2008). *The prefrontal cortex* (4th ed.). Academic Press.
32. Gailliot, M. T., Baumeister, R. F., DeWall, C. N., Maner, J. K., Plant, E. A., Tice, D. M., Brewer, L. E., & Schmeichel, B. J. (2007). Self-control relies on glucose as a limited energy source. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(2), 325–336.
33. Goldman-Rakic, P. S. (1995). Cellular basis of working memory. *Neuron*, 14(3), 477–485.
34. Goldstein, S., & Naglieri, J. A. (Eds.). (2014). *Handbook of executive functioning*. Springer.
35. Green, D. W. (1998). Mental control of the bilingual lexico-semantic system. *Bilingualism: Language and Cognition*, 1(2), 67–81.
36. Green, D. W., & Abutalebi, J. (2013). Language control in bilinguals: The adaptive control hypothesis. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(5), 515–530.

37. Grosjean, F. (2010). *Bilingual: Life and reality*. Harvard University Press.
38. Grundy, J. G., & Timmer, K. (2017). Bilingualism and working memory capacity: A comprehensive meta-analysis. *Second Language Research*, 33(3), 325–340.
39. Hagger, M. S., et al. (2016). A multilab preregistered replication of the ego-depletion effect. *Perspectives on Psychological Science*, 11(4), 546–573.
40. Haier, R. J., Siegel, B. V., Nuechterlein, K. H., Hazlett, E., Wu, J. C., Paek, J., Browning, H. L., & Buchsbaum, M. S. (1988). Cortical glucose metabolic rate correlates of abstract reasoning and attention studied with positron emission tomography. *Intelligence*, 12(2), 199–217.
41. Harrison, Y., & Horne, J. A. (2000). The impact of sleep deprivation on decision making. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 6(3), 236–249.
42. Hartanto, A., & Yang, H. (2016). Disparate bilingual experiences modulate task-switching advantages: A diffusion-model analysis of the effects of interactional context on switch costs. *Cognition*, 150, 10–19.
43. Hockey, G. R. J. (1997). Compensatory control in the regulation of human performance under stress and high workload. *Biological Psychology*, 45(1–3), 73–93.
44. Hockey, G. R. J. (2013). *The psychology of fatigue: Work, effort and control*. Cambridge University Press.
45. Inzlicht, M., & Schmeichel, B. J. (2012). What is ego depletion? Toward a mechanistic revision of the resource model of self-control. *Perspectives on Psychological Science*, 7(5), 450–463.
46. Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Prentice-Hall.
47. Kapa, L. L., & Colombo, J. (2013). Attentional control in early and later bilingual children. *Cognitive Development*, 28(3), 233–246.
48. Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald, A. W., Cho, R. Y., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, 303(5660), 1023–1026.

49. Kroll, J. F., Bobb, S. C., & Hoshino, N. (2010). Two languages in mind: Bilingualism as a tool to investigate language, cognition, and the brain. *Current Directions in Psychological Science*, 19(3), 159–163.
50. Kurzban, R. (2010). Does the brain consume additional glucose during self-control tasks? *Evolutionary Psychology*, 8(2), 244–259.
51. Leivada, E., Westergaard, M., Duñabeitia, J. A., & Rothman, J. (2021). On the limits of what non-linguistic tasks can reveal about language and cognition. *Bilingualism: Language and Cognition*, 24(2), 255–265.
52. Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17(1–4), 281–297.
53. Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., Hannay, H. J., & Fischer, J. S. (2004). *Neuropsychological assessment* (4th ed.). Oxford University Press.
54. Lim, J., & Dinges, D. F. (2010). A meta-analysis of the impact of short-term sleep deprivation on cognitive variables. *Psychological Bulletin*, 136(3), 375–389.
55. Luk, G., & Bialystok, E. (2013). Bilingualism is not a categorical variable: Interaction between language proficiency and usage. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(5), 605–621.
56. Luk, G., Bialystok, E., Craik, F. I. M., & Grady, C. L. (2011). Lifelong bilingualism maintains white matter integrity in older adults. *Journal of Neuroscience*, 31(46), 16808–16813.
57. Luk, G., Green, D. W., Abutalebi, J., & Grady, C. (2012). Cognitive control for language switching in bilinguals: A quantitative meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Language and Cognitive Processes*, 27(10), 1479–1488.
58. Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. Basic Books.
59. MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163–203.

60. Mechelli, A., Crinion, J. T., Noppeney, U., O'Doherty, J., Ashburner, J., Frackowiak, R. S., & Price, C. J. (2004). Neurolinguistics: Structural plasticity in the bilingual brain. *Nature*, 431(7010), 757.
61. Meuter, R. F. I., & Allport, A. (1999). Bilingual language switching in naming: Asymmetrical costs of language selection. *Journal of Memory and Language*, 40(1), 25–40.
62. Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167–202.
63. Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100.
64. Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(3), 134–140.
65. Mor, B., Yitzhaki-Amsalem, S., & Prior, A. (2015). The joint effect of bilingualism and ADHD on executive functions. *Journal of Attention Disorders*, 19(6), 527–541.
66. Morales, J., Calvo, A., & Bialystok, E. (2013). Working memory development in monolingual and bilingual children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 114(2), 187–202.
67. Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation* (Vol. 4, pp. 1–18). Plenum Press.
68. Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R., & Bullmore, E. (2005). N-back working memory paradigm: A meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, 25(1), 46–59.
69. Paap, K. R., Johnson, H. A., & Sawi, O. (2015). Bilingual advantages in executive functioning either do not exist or are restricted to very specific and undetermined circumstances. *Cortex*, 69, 265–278.

70. Papageorgiou, A., Bright, P., Periche Tomas, E., & Bhatt, P. (2019). Evidence against a cognitive advantage in the older bilingual brain. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 72(6), 1354–1363.
71. Perani, D., & Abutalebi, J. (2005). The neural basis of first and second language processing. *Current Opinion in Neurobiology*, 15(2), 202–206.
72. Pliatsikas, C. (2020). Understanding structural plasticity in the bilingual brain: The dynamic restructuring model. *Bilingualism: Language and Cognition*, 23(2), 459–471.
73. Poarch, G. J., & van Hell, J. G. (2012). Executive functions and inhibitory control in multilingual children: Evidence from second-language learners, bilinguals, and trilinguals. *Journal of Experimental Child Psychology*, 113(4), 535–551.
74. Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual Review of Psychology*, 58, 1–23.
75. Pribram, K. (1973). The primate frontal cortex. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 33(2), 515–534.
76. Prior, A., & MacWhinney, B. (2010). A bilingual advantage in task switching. *Bilingualism: Language and Cognition*, 13(2), 253–262.
77. Ridderinkhof, K. R., Ullsperger, M., Crone, E. A., & Nieuwenhuis, S. (2004). The role of the medial frontal cortex in cognitive control. *Science*, 306(5695), 443–447.
78. Robbins, T. W. (2007). Shifting and stopping: Fronto-striatal substrates, neurochemical modulation and clinical implications. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 362(1481), 917–932.
79. Robbins, T. W., & Arnsten, A. F. T. (2009). The neuropsychopharmacology of fronto-executive function. *Annual Review of Neuroscience*, 32, 267–287.
80. Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403–428.
81. Schroeder, S. R., & Marian, V. (2012). A bilingual advantage for episodic memory in older adults. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(5), 591–601.

82. Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing. *Psychological Review*, 84(2), 127–190.
83. Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47(10), 2015–2028.
84. Stern, Y., Arenaza-Urquijo, E. M., Bartrés-Faz, D., Belleville, S., Cantilon, M., Chetelat, G., Ewers, M., Franzmeier, N., Kempermann, G., Kremen, W. S., Okonkwo, O., Scarmeas, N., Soldan, A., Stern, H., Terracciano, A., Turana, Y., Waldstein, S., & Vuoksimaa, E. (2020). Whitepaper: Defining and investigating cognitive reserve, brain reserve, and brain maintenance. *Alzheimer's & Dementia*, 16(9), 1305–1311.
85. Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662.
86. Stuss, D. T. (2011). Functions of the frontal lobes: Relation to executive functions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(5), 759–765.
87. Stuss, D. T., & Knight, R. T. (Eds.). (2002). *Principles of frontal lobe function*. Oxford University Press.
88. Tse, C. S., & Altarriba, J. (2014). The relationship between language proficiency and attentional control in Cantonese–English bilingual children. *Journal of Cognitive Psychology*, 26(2), 1–14.
89. Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354–360.
90. Горбань, І. М., Коломієць, Т. В., & Лісовська, Н. П. (2016). Адаптація українськомовної версії шкали PSS-10. *Психологічні дослідження*, 8(2), 45–53.

ДОДАТКИ

Додаток А

- 1) Назва мови (вільне заповнення):
- 2) Вік початку вивчення; якщо це рідна - 0 (вільне заповнення):
- 3) Оберіть статус мови:
а) Рідна; б) Іноземна
- 4) Як часто ви використовуєте цю мову?
а) Ніколи; б) Рідко; в) Часто; г) Щодня
- 5) Оцініть свій рівень володіння цією мовою (Якщо це рідна - С2):
а) А1; б) А2; в) В1; г) В2; д) С1; є) С2