

## ПСИХОФІЗІОЛОГІЯ

УДК 612.821

**А. О. Головіна**

студентка магістратури кафедри  
психодіагностики та клінічної психології  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

### НЕЙРОПСИХОЛОГІЧНІ ДЕТЕРМІНАНТИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*У статті представлено дослідження, яке висвітлює взаємозв'язок між біологічними процесами та типом прийнятого рішення. Зокрема, на прикладі пояснення роботи мозку у статті аналізуються коріння двох головних стратегій прийняття рішення: спрямування на успіх у перспективі або на уникнення втрат на цей момент.*

**Ключові слова:** нейронна мережа неспрямованої активності, нейронна мережа виконання дій, моральні рішення, суб'єктивно значуща ситуація.

**Постановка проблеми.** Процес прийняття рішення є популярним об'єктом вивчення сучасних дослідників. Комплексний підхід до цієї проблеми включає аналіз проблеми прийняття рішення з філософської, соціальної, біологічної, психологічної та інших позицій. Виявлення основних стратегій прийняття рішення за умов активації певної нейромережі, коли людина перебуває в суб'єктивно значущій ситуації, є вузькою, але перспективною проблемою, яка вирішується на стику двох наук: психології та нейробіології. Ця проблема є також актуальною, зокрема, в контексті того, що основні одиниці аналізу – мережа неспрямованої активності та мережа виконання дій, – ще досить мало вивчені як закордонними, так і вітчизняними дослідниками. На основі аналізу ролі біологічної основи далі можна будувати прогностичні моделі, які будуть включати інші чинники, як-от особистісні диспозиції для того, щоб визначати прогнози прийняття рішення, спираючись на особистісний профіль досліджуваного.

У цьому дослідженні буде визначитись роль активації мережі неспрямованої активності та мережі виконання дій при використанні певної стратегії прийняття рішення. Тому далі є сенс детально ознайомитись з історією вивчення та теоретичною моделлю цих мереж.

Біологічні засади процесу прийняття рішення найбільш повно були досліджені Д. Канеманом та А. Тверські (2002). Відповідно до їх теорії, існують дві системи прийняття рішення – «Система-1» та «Система-2». «Система-1» спрацьовує автоматично і дуже швидко, не вимагаючи або майже не вимагаючи зусиль і не даючи відчуття навмисного контролю. В основі її функціонування лежить активація

таких підкоркових структур, як лімбічна система. «Система-2» – це свідоме, розумне «я», в якого є переконання, яке здійснює вибір і приймає рішення, про що думати та робити [7]. Для виконання таких функцій необхідна активація певних зон кори головного мозку: медіальної префронтальної кори, орбітофронтальної кори, дорсолатеральної кори, поясної кори та ін. Як можна побачити, до переліку цих структур належать частини двох важливих нейромереж – мережі неспрямованої активності та мережі виконання дій. Активація тієї чи іншої мережі є основою свідомого прийняття рішення. Тим не менш, функції цих мереж є різними, а тому можна припустити, що свідомі рішення можуть відрізнятись якісно одне від одного, залежно від того, яка мережа була активована для вирішення певного завдання. Тому, вивчаючи нейропсихологічні детермінанти прийняття рішення, будемо аналізувати саме ці дві мережі.

Нейронна мережа неспрямованої активності (ДМН, мережа пасивного режиму) стала об'єктом вивчення вже в ХХ ст. Спочатку функціонально, а потім й анатомічно її відділили від інших нейромереж, зокрема, визначним стало її відділення від центральної виконавчої мережі (Л. Соколов (1955), Д. Інгар (1979), А. Андрисен (1995)). Після багатозонних серій експериментів дослідники помітили, що під час виконання випробовуваними задач певні ділянки мозку демонструють знижену активність, порівняно з вихідним станом спокою. Ці ділянки були названі «дезактиваціями, що викликані завданням», отже, проінтерпретовані як області, які активні в пасивному, ненаправленому на завдання стані мозку і є неактивними під час виконання зовнішньої задачі (Г. Шульман (1997), А. Шнайдер (2001)). Визначальним моментом у вивченні ДМН

стали дослідження М. Райхла і Д. Гаснарда (2001). Завдяки їх дослідженням стало відомо, що початковий стан мозку і ДМН – це різні категорії. Початковий стан мозку, або ж контрольний, – це стан мозку поза цілеспрямованої діяльності. ДМН – це окрема система мозку; нейронна мережа, яка містить специфічні анатомічні структури та залучена до виконання різних функцій [2; 3].

Навпаки, в експериментах, де увага людей була спрямована на вирішення зовнішніх завдань, активними виявились інші області мозку, які були об'єднані у центральну виконавчу мережу, функціонально призначену для вирішення нових для людини завдань. Тривалий час нейропсихологи приділяли ліву частку уваги саме вивченню мозку в активному стані, не виявляючи інтересу до інших варіацій його функціонування. У 1940 р. Д. Бродбент запропонував розрізняти автоматичні та контрольні процеси. У 1975 р. американський психолог М. Познер використав термін «когнітивний контроль», щоб описати функції виконавчої мережі. З появою новітніх методів нейровізуалізації (МРТ, фМРТ) було досконально вивчене анатомічне та функціональне призначення мережі виконавчої активності [5].

Це означає, що до початку XXI ст. число публікацій про результати вивчення роботи ДМН було порівняно невеликим. На кількість цих робіт сильно вплинула актуальна в той час завданне-воорієнтована парадигма, що призвело до помилкової інтерпретації причин деактивації деяких ділянок мозку. Тільки починаючи з 2007 р., через 6 років після того, як офіційно ця мережа була названа “default mode network” (у нас «нейронна мережа ненаправленої активності»), число публікацій зростає в арифметичній прогресії та сфера інтересу нейробіологів набуває комплексності [1]. У процесі вивчення цієї мережі виявляються і конкретизуються її нові функції, визначаються сили зв'язків між її анатомічними структурами, визначається зв'язок з іншими структурами мозку, способи вимірювання її активності.

Тепер дослідників цікавить взаємодія ДМН з іншими нейронними мережами, у тому числі, які зовнішні та внутрішні чинники зумовлюють зміни однієї нейромережі іншою. У процесі дослідження ДМН були знайдені функції, подібні до тих, які властиві центральній виконавчій мережі: участь у процесі прийняття рішення, залучення у соціальну взаємодію тощо. Наслідки, які має активація тієї чи іншої нейромережі в процесі прийняття рішення, є нині актуальною проблемою. Конкретизація цього питання є головною метою цієї роботи.

Особливої актуальності нині набуває дослідження функцій ДМН. Ця мережа була відкрита порівняно нещодавно, і натепер найбільший пік інтересу до неї. Крім того, аналіз літературних джерел показав, що вітчизняними нейросихоло-

гами ще не написані фундаментальні роботи з цієї теми. Ще менше робіт присвячено дослідженню динаміки активності нейромереж у процесі прийняття рішення. Зокрема, невирішеними залишаються питання про те, які чинники впливають на зміну провідної нейромережі та який якісний вплив чинить динаміка активності нейромереж на стратегію обраного вирішення проблеми.

Все це в сумі вказує на те, що є сенс досліджувати динаміку активності нейромереж та отримати нову інформацію про чинники, які впливають на цю динаміку та стратегії прийняття рішення.

**Мета статті** полягає у встановленні стратегій прийняття рішення залежно від рівня суб'єктивної значущості ситуації та активності певної нейромережі.

**Виклад основного матеріалу.** Теоретична модель об'єкта дослідження представлена коротким описом анатомічної структури та функцій досліджуваних нейромереж, які надалі матимуть ключове значення в інтерпретації отриманих даних.

Перша з досліджуваних структур, ДМН, складається з двох взаємопов'язаних підсистем: перша – з центром у медіальній скроневій частці, яка охоплює гіпокампульну формацію і парагіпокампульну кору; друга – з центром у медіальній частині префронтальної кори, яка охоплює задню поясну кору / ретроспленіальну кору, вентральну і дорсальну медіальну префронтальну кору та нижню тім'яну часточку [3].

Активація медіальної скроневої частки та зв'язаних із нею структур пов'язана з мнемічними процесами (епізодична пам'ять, автобіографічна пам'ять), операціоналізованими як успішне відтворення старої інформації про себе, в той час як активація мПФК та її підсистем відбувається під час усвідомлення себе, планування майбутнього і припущення про стан інших людей або їх думок і почуттів. Обидві ці системи сильно корелюють із задньою частиною поясної кори [2].

Виконавча нейромережа складається з двох взаємопов'язаних підсистем: перша – в лобних долях, яка включає дорсолатеральну фронтальну кору, орбітофронтальну кору та медіальну частину префронтальної кори; друга включає до себе передню поясну звивину. Мозочок слугує своєрідним посередником між цими системами [5].

Активація виконавчої мережі та зв'язаних із нею структур пов'язана з когнітивними процесами, зокрема функціями контролю поведінки, операціоналізованими як гальмування тієї поведінки, яка призведе до небажаних наслідків та заохочення такої поведінки, яка стимулює досягнення цілей та не суперечить встановленим соціальним нормам. Певним чином функції виконавчої мережі можна порівняти із функціями фройдівського Его. Але варто обмежити реалізацію цих функцій низкою ситуацій, бо активація виконавчої мережі не завжди є доречною: з метою виконання рутинних дій вона замінюється автоматизмами [10].

Дослідження нейропсихологічних детермінант ефективності прийняття рішення було спрямовано саме на виявлення активності певної нейромережі в процесі вирішення моральних дилем. У дослідженні використовувались апаратні методи (прилад для візуалізації стану мозкової активності MUSE, пальцевий пульсоксиметр).

У дослідженні взяло участь 30 осіб. Вік досліджуваних варіюється від 20 до 23 років. Усі досліджувані є студентами факультету психології Київського національного університету імені Тараса Шевченка. В дослідженні взяли участь 23 жінки та 7 чоловіків. Кожен учасник вирішував 5 моральних дилем. Приклади моральних дилем наведені нижче.

#### Дилема 1

Джим працює у великій компанії, він відповідальний за наймання на роботу співробітників. Його друг Пол подав заявку на працевлаштування, але є кілька людей, які більш кваліфіковані, ніж Пол, і володіють більш високим рівнем знань і навичок. Джим хоче віддати цю позицію Полу, однак почувається винним, тому що має бути неупередженим. Він каже собі, що в цьому суть моральності. Проте незабаром він передумав і вирішив, що дружба дає моральне право бути упередженим у деяких питаннях. Таким чином, він віддає цю посаду Полу. Чи був він правий?

#### Дилема 2

Джо – 14-річний хлопчик, який дуже хотів поїхати в табір. Батько обіцяв йому, що він зможе поїхати, якщо сам заробить для цього гроші. Джо старанно працював і зібрав 40 доларів, необхідних для поїздки в табір, і ще трохи понад те. Але як раз перед поїздкою батько змінив своє рішення. Деякі його друзі вирішили поїхати на риболовлю, а у батька не вистачало грошей. Він сказав Джо, щоб той дав йому накопичені гроші. Джо не хотів відмовлятися від поїздки в табір і збирався відмовити батькові. Чи варто Джо відмовити батькові в цих грошах?

#### Дилема 3

Двоє юнаків, братів, потрапили в неприємну ситуацію. Вони мали таємно та поспіхом покинути місто і потребували грошей. Старший брат, Карл, заліз у магазин і вкрав тисячу доларів. Молодший, Боб, відправився до старого пенсіонера, відомому своєю допомогою людям. Він сказав йому, що тяжко хворий і потребує тисячі доларів на операцію. Боб попросив старого позичити йому ці гроші та обіцяв повернути їх після одужання. Насправді Боб зовсім не був хворий і не збирався повертати гроші. Хоча старий не дуже добре знав Боба, він позичив йому гроші. Боб і Карл вислизнули з міста – кожен з тисячею доларів. Що гірше: красти, як Карл, або обманувати, як Боб?

#### Дилема 4

Ви стали свідком того, як людина пограбувала банк, але потім із грошима він зробив щось незвичайне і несподіване. Він передав їх до дитячого будинку, який був дуже поганим, старим, діти були позбавлені правильного харчування, відповідного догляду, води і зручностей. Ці гроші принесли велику користь притулку, і він перетворився з бідного на ефективний. Ви:

- зателефонуєте в поліцію, хоча вони, напевно, відберуть гроші у дитячого будинку;
- нічого не зробите, залишите в спокою грабіжника та дитячий будинок?

#### Дилема 5

Ви – головний лікар у лікарні. Якийсь добродій пожертвував вашій лікарні 100 000 грн. На ці гроші ви планували купити нове обладнання в лікарню і підвищити лікарям зарплату. Однак вам повідомляють, що нині у вашій лікарні вмирає хлопчик і йому потрібна пересадка серця. Ця операція якраз коштує 100 000 грн. Що ви виберете?

Завданням дослідження було:

- 1) визначити значущі та незначущі ситуації та на цій основі узагальнити стратегію прийнятого рішення;

- 2) визначити тип нейромережі, яка найчастіше активується при вирішенні певної ситуації;

Отримані результати вказують на те, що протягом вирішення моральних дилем у досліджуваних частіше була активна виконавча мережа: у 70% випадків – для 1 ситуації, у 53,3% випадків – для 2 ситуації, у 53,3% випадків – для 4 ситуації. Протягом роботи з п'ятою ситуацією в досліджуваних частіше була активна ДМН (56,7%) (рис. 1). Третя ситуація не є однозначною: з однаковою

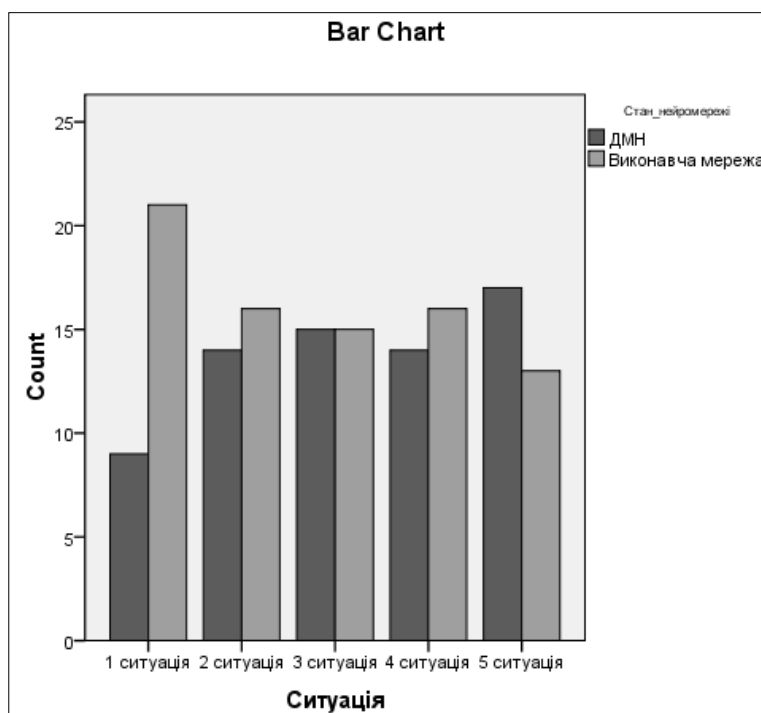


Рис. 1. Частота активності нейромереж залежно від ситуації

частотою були активні обидві мережі. Ці дані є описовими та свідчать про те, що є відмінності у динаміці активації нейромереж, залежно від специфіки ситуації.

Далі була перевірена чесність оцінок, які давали досліджувані, визначаючи значущість ситуацій. Це є визначальним кроком у дослідженні. Воно спиралось на твердження про те, що якщо оцінки збігаються із даними пульсоксиметра, то це означає, що отримані від досліджуваних дані є дійсними, а тому буде сенс вста-

новлювати взаємозв'язок між силою значущості ситуації та динамікою активності нейромереж. Для того щоб встановити залежність між показниками пульсоксиметра та значущістю ситуацій, був проведений кореляційний аналіз за допомогою показника Крамера, який встановлює силу взаємозв'язку між категоріальними змінними, навіть якщо вони мають більше ніж дві градації. Отримані дані, відповідно до норм, встановлених Д. Кохен, виявили середній кореляційний зв'язок ( $r=0.609$ ). Результат є статистично значущим ( $p=0,000$ ). Отже, взаємозалежність між показниками пульсоксиметра та значущістю ситуацій є підтвердженою та отримані дані про значущість ситуацій є дійсними.

За допомогою графічного зображення даних також можна встановити, яку оцінку можна вважати такою, яка маркує значущу ситуацію. Спостерігається поступове збільшення частоти перемикання в залежності від ситуацій (рис. 2). Так, наприклад, першу ситуацію можна вважати зовсім незначущою, бо протягом оцінки цієї ситуації жодного разу не відбулась зміна показників пульсоксиметру. Навпаки, протягом оцінки п'ятої ситуації спостерігається більша кількість змін показників пульсоксиметру. Отже, значущими ситуаціями будемо вважати тільки ті, які були оцінені в 5 балів.

З психологічної точки зору, перша ситуація несе менше моральне навантаження, ніж п'ята. Варто підкреслити, що ситуація стає значущою для людини тоді, коли вона стосується певних цінностей, властивій цій людині. Перша ситуація стосується вибору, який не веде до значних втрат при будь-якому рішенні, а від вибору в п'ятій ситуації залежать життя багатьох людей. І хоча перша ситуація є більш реальною, саме наслідки, а не вірогідність опинитись у таких умовах, визначають її значущість.

Далі була встановлена наявність взаємозв'язку між значущістю ситуацій та динамікою активності нейромереж. Для того щоб встановити наявність взаємозв'язку між значущістю ситуацій та динамікою активності нейромереж, треба провести кореляційний аналіз за допомогою показника Крамера.

Отримані дані, відповідно до норм, встановлених Д. Кохен, виявили кореляційний зв'язок середньої сили ( $r=0,546$ ). Результат є статистично значущим ( $p=0,000$ ). Отже, залежність між динамікою активності нейромереж та значущістю ситуацій є підтвердженою. Тому твердження, що залежно від рівня суб'єктивної значущості ситуації дійсно змінюється динаміка активації нейромереж, є правильним.

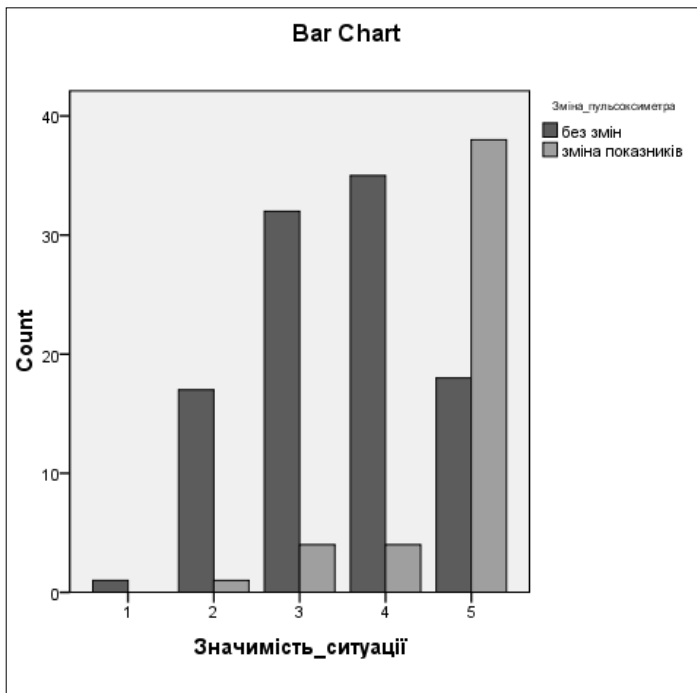


Рис. 2. Зв'язок між оцінкою значущості ситуації та показником пульсоксиметра

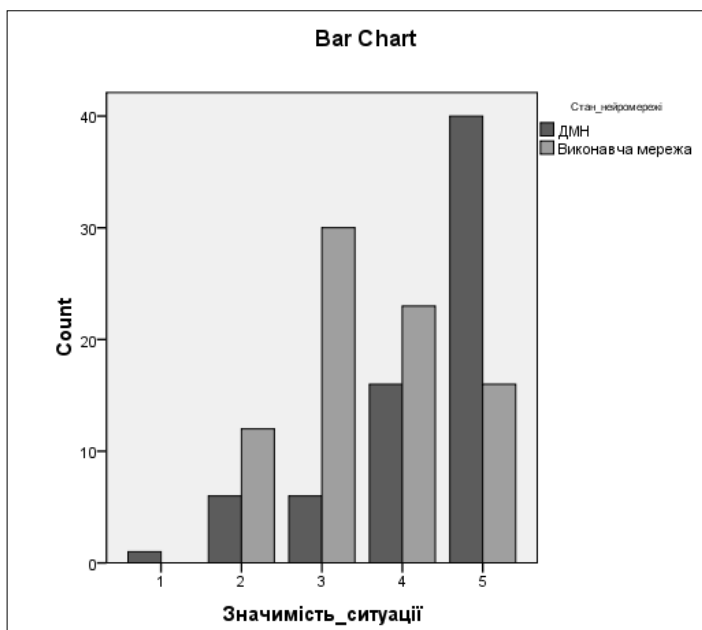


Рис. 3. Динаміка активності нейромереж залежно від значущості ситуації

За допомогою графічного зображення даних також можна побачити динаміку активності нейромереж залежно від значущості ситуації. Спостерігається поступове нарощування частоти активності ДМН залежно від значущості ситуації. Найбільше активність ДМН була виражена для значущих ситуацій, найменше – для незначущих ситуацій, особливо для третьої (рис. 3). За таких умов найчастіше була активна виконавча мережа. Отже, закономірність динаміки активності нейромереж можна спостерігати на гістограмі.

Як вже було зазначено вище, саме психологічні особливості п'ятої ситуації визначають її як значущу. Далі було виявлено, що ДМН активується тільки в умовах значущої ситуації, у тому числі в умовах морального вибору із важкими наслідками. Пояснити цей результат можна, апелюючи до даних у теоретичній моделі. ДМН залучена у процес прийняття моральних рішень. На відміну від ситуацій, коли ситуація оцінюється з активною виконавчою мережею, завдяки активній ДМН людина здатна уявити себе на місці іншої людини та оцінити ситуацію з іншого погляду; рішення, прийняте з активною ДМН, буде враховувати збереження актуального цінного та не обов'язково буде раціональним та найкращим з усіх можливих альтернатив.

Чергування нейромереж залежно від значущості ситуацій закономірно впливає з теоретичної моделі. Якщо ситуація значуща, то з метою її вирішення людина звертається до емоційного чи соціального компонента. Активуються такі зони мозку, як передкління, скронево-тім'яний вузол, які також анатомічно входять і до структури ДМН. Рішення сприймається не як зовнішньозадане завдання, а у зв'язку з власними особливостями: людина звертається до свого досвіду, порівнює бажаний або очікуваний результат із реальним, уявляє себе на місці героя ситуації тощо. Навпаки, якщо ситуація оцінюється як незначуща, то рішення приймається скоріше логічно, а ситуація сприймається як завдання, яке треба вирішити правильно. При цьому активні лобні долі мозку: орбітофронтальна, дорсолатеральна кора, які анатомічно становлять виконавчу мережу.

**Висновки.** У значущих ситуаціях провідною виступає мережа неспрямованої активності, а в незначущих – виконавча. За таких умов мережа неспрямованої активності частіше активується в значущих ситуаціях, тому можна припустити, що значущі ситуації людина вирішує за стратегією «тут-і-зараз». В такому разі людина схильна приймати таке рішення, щоб зберегти стан актуального комфорту, вирішуючи ситуацію таким чином, щоб не зазнати втрат у теперішній момент, незважаючи на майбутні ризики та втрати.

У незначущих ситуаціях частіше активна саме виконавча мережа, отже, людина схильна зважу-

вати виграші та втрати у перспективі. В такому разі прийняття рішення є більш раціональним та обдуманим.

Варто окремо підкреслити, що жодне з тверджень не вказує на причинно-наслідковий зв'язок між прийнятим рішенням та активною нейромережею. Це є очевидним, тому що в реальному житті прийняте рішення опосередковується не тільки біологічними процесами, а й соціальними контекстами та особистісними диспозиціями.

Перспективи подальших досліджень полягають у проведенні більш масштабних досліджень, що будуть перевершувати представлене дослідження у таких аспектах, як розмір та різноманітність вибірки, ширший огляд тематики отриманої інформації та різноманіття інших зовнішніх факторів, що здатні вплинути на динаміку активності нейромереж.

Отримані результати мають значне практичне значення. Перш за все, варто зазначити, що знання про те, в яких ситуаціях активується певна мережа, має цінність в області професійної орієнтації. Існують професії, де потрібні люди, схильні до прийняття моральних рішень у значущих ситуаціях. Наприклад, робота на телефоні довіри. Люди, в яких у таких ситуаціях активується ДМН, зможуть краще зрозуміти запити людей та зможуть говорити з ними, не користуючись шаблонами. Тому на основі цього дослідження можна розробити методику, чутливу до цієї динаміки.

#### Література:

1. Amodio D.M. Meeting of minds: The medial frontal cortex and social cognition / D.M. Amodio, C.D. Frith. *Nature Reviews. Neuroscience*. 2006. № 7. С. 268–277.
2. Andrews-Hanna J.R. The brain's default network and its adaptive role in internal mentation. *The Neuroscientist: A Review Journal Bringing Neurobiology*. 2012. № 18. С. 251–270.
3. Buckner R.L. The Brain's Default Network: Anatomy, Function, and Relevance to Disease / R.L. Buckner, J.R. Andrews-Hanna, D.L. Schacter. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2008. № 1124. С. 1–38.
4. Eslinger P.J. Developmental frontal lobe imaging in moral judgment: Arthur Benton's enduring influence 60 years later. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 2009. № 31. С. 158–169.
5. Euston D.R. The Role of Medial Prefrontal Cortex in Memory and Decision Making / D.R. Euston, A.J. Graber, B.L. McNaughton. *Neuron*. 2012. № 76. С. 1057–1070.
6. Inaugural Article: A default mode of brain function / M.L. Raichle, A.Z. Snyder, D.A. Gusnard, G.L. Shulman. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2001. № 98. С. 678–682.

7. Kahneman D. Thinking, Fast and Slow. New York: Farrar, 2011. 653 с. (Farrar, Straus and Giroux).
  8. McGuire P.K. Brain activity during stimulus independent thought / P.K. McGuire, R.S. Frackowiak. Neuroreport. 1996. № 7. С. 2095–2099.
  9. Miller E.K. An integrative theory of prefrontal cortex function / E.K. Miller, J.D. Cohen. Annual Review Neuroscience. 2001. № 24. С. 167–202.
  10. Russell A.B. Executive Functions – What They Are, How They Work, and Why They Evolved. Guilford Press. 2012. № 5. С. 78–93.
  11. The neural basis of intuitive and counterintuitive moral judgment / G. Kahane, K. Wiech, N. Shackel, M. Farias. Social Cognitive and Affective Neuroscience. 2011. № 7. С. 393–402.
- 

**Головина А. О. Нейропсихологические детерминанты эффективности процесса принятия решений**

*В статье представлено исследование, которое обнаруживает взаимосвязь между биологическими процессами и типом принятого решения. На примере объяснения работы головного мозга в статье анализируются истоки двух главных стратегий принятия решений: нацеленности на успех в длительной перспективе или же на избегание потерь в данный момент.*

**Ключевые слова:** нейронная сеть ненаправленной активности, исполнительная нейронная сеть, моральные решения, субъективно значимая ситуация.

**Holovina A. O. Neuropsychological determinants of the efficiency of the decision-making process**

*The article presents a study that highlights the relationship between biological processes and the type of decision people make. In particular, on an example of explanation of brain functioning, the article analyzes the roots of the two main decision-making strategies: the pursuit of success in future or the avoidance of losses at the moment.*

**Key words:** default mode network, executive network, moral decisions, subjectively significant situation.