

УДК 612.821:159.9

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2026-2.22>

## НЕЙРОБІОЛОГІЧНЕ ПІДГРУНТЯ ПСИХОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ: АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ АНАТОМІЇ ТА ФІЗІОЛОГІЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

**Шевчук Лариса Миколаївна**

доктор біологічних наук, професор,  
професор кафедри сталої інфраструктури та гідроекології  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
ORCID ID: 0000-0003-4164-514X

**Пакушина Людмила Зіновіївна**

кандидат педагогічних наук,  
старший викладач кафедри початкової і спеціальної освіти  
Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького  
ORCID ID: 0000-0002-5930-8558

**Савицька Олена Сергіївна**

викладач кафедри початкової і спеціальної освіти  
Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького  
ORCID ID: 0009-0007-3411-9076

*Актуальність дослідження нейробіологічних особливостей психологічних процесів зумовлена зростанням кількості людей із різними проявами психологічних розладів, оскільки раннє діагностування та втручання сприяють поліпшенню якості життя.*

*Метою роботи є визначення нейробіологічного підґрунтя психологічних процесів.*

*У статті висвітлено сучасні наукові погляди на нейробіологічні основи психіки з урахуванням анатомії та фізіології нервової системи. Описано основні механізми психологічних процесів і показано, що вони формуються в результаті взаємодії різних нейронних мереж. Результати сучасних досліджень свідчать, що психічні стани динамічно змінюються під впливом біологічних механізмів. Ключовим механізмом є динамічні зміни функціональної взаємодії між мережами, відповідальними за обробку інформації, когнітивний контроль та інтеграцію тілесних сигналів. Доведено, що пізнавальні процеси характеризуються інтегративною нейробіологічною організацією та залежать від якості взаємодії між функціональними мережами мозку. Вольові процеси мають регуляторний характер і залежать від діяльності префронтальної кори у поєднанні з роботою нейромедіаторів, що забезпечують цілеспрямовану поведінку. Емоційні процеси (зокрема страх і тривога) постають як системні показники, що формуються внаслідок взаємодії нервової та тілесної систем, а не як діяльність окремих анатомічних структур. Визначено роль нервової системи та механізмів саморегуляції у підтримці емоційної стабільності особистості. Результати дослідження підтверджують багаторівневий характер нейробіологічних основ психологічних процесів і вказують на необхідність використання мережевого підходу для їх аналізу.*

*Отже, психологічні процеси формуються не в окремих анатомічних структурах, а в результаті скоординованої роботи розподілених нейронних мереж, що відображає сучасний перехід від локалізаційних до мережевих моделей мозку. Емоційні стани є динамічними функціональними конфігураціями, що інтегрують сенсорні, інтерцептивні та когнітивні сигнали, що пояснює їх контекстуальну мінливість та залежність від фізіологічного стану організму.*

**Ключові слова:** *нейропсихологія, психофізіологія, головний мозок, нейронні мережі, нейротрансмітери, структурно-функціональна організація мозку.*

© Шевчук Л. М., Пакушина Л. З., Савицька О. С., 2026



Стаття поширюється на умовах  
ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

**Shevchuk L. M., Pakushyna L. Z., Savytska O. S. Neurobiological basis of psychological processes: topical issues of anatomy and physiology of the nervous system**

*The relevance of researching the neurobiological characteristics of psychological processes lies in the growing number of people with various manifestations of psychological disorders, since early diagnosis and intervention contribute to improving quality of life.*

*The study aims to determine the neurobiological basis of psychological processes.*

*The article highlights current scientific views on the neurobiological basis of psychological processes, taking into account the anatomy and physiology of the nervous system. The main neurobiological mechanisms of human psychological processes are described, and it is shown that psychological processes are formed as a result of the interaction of different neural networks. Recent research indicates that mental states change dynamically under the influence of biological mechanisms. The primary mechanism of psychological processes involves dynamic changes in the functional interaction between networks responsible for information processing, cognitive control, and the integration of bodily signals. The work demonstrates that cognitive processes are characterized by an integrative neurobiological organization and depend on the quality of interaction between the brain's functional networks. Volitional processes, on the other hand, are regulatory in nature. They depend on the activity of the prefrontal cortex in combination with neurotransmitter mechanisms that support goal-directed behavior and control of actions. Emotional processes, such as fear and anxiety, are considered systemic indicators formed by the interaction of neural and bodily systems, rather than the function of a single anatomical structure. The role of the nervous system and bodily regulation mechanisms in ensuring emotional stability, adaptation, and self-regulation of the personality has been determined. The results of the study confirm the multilevel nature of the neurobiological basis of mental processes and indicate the need to use a network approach for their scientific analysis.*

*Thus, psychological processes do not arise in isolated anatomical structures, but rather as a result of the coordinated activity of distributed neural networks, reflecting the current shift from localization-based to network-based models of the brain. Emotional states are dynamic functional configurations that integrate sensory, interoceptive, and cognitive signals, which explains their contextual variability and dependence on the body's physiological state.*

**Key words:** *neuropsychology, psychophysiology, brain, neural networks, neurotransmitters, structural and functional organization of the brain.*

**Постановка проблеми та її актуальність.**

Психологічні процеси дедалі частіше розглядаються не як абстрактні феномени психіки, а як результат конкретної анатомо-фізіологічної організації нервової системи. Це вказує на те, що психологічні процеси формування емоцій, пізнання, мотивації та соціальної поведінки відбуваються внаслідок взаємодії нейронних мереж. Вони існують не ізольовано в структурі мозку. Останнім часом науковці змінюють підходи до нейробіологічного підґрунтя психологічних процесів від моделей локалізації до мережових. Все це формує нові особливості функціонування нервової системи людини, взаємодії між її різними ділянками [9; 11; 18].

Науковцями було показано, що емоції не мають стійкої анатомічної основи. Це динамічні зміни мозку, які поєднують сенсорні, інтероцептивні відчуття та когнітивні сигнали в єдине ціле. Мережвий підхід показує, що емоційні реакції формуються через роботу кількох функціональних систем, включно з системами контролю, пам'яті та тілесного самовідчуття [4; 18]. Емоції постають як конфігурації функціонального зв'язку, що змінюються залежно від індивідуального досвіду [9].

Подальший розвиток цієї ідеї відображений у сучасній "науці емоцій", яка трактує емоційні стани як результат прогностової діяльності мозку. У цьому випадку мозок не просто реагує на сти-

мули, а активно формує очікування щодо внутрішніх і зовнішніх сигналів, що має безпосередні наслідки для розуміння як нормальних психологічних процесів, так і функціональних неврологічних порушень [11]. Особливості анатомічної будови та фізіологічної роботи нервової системи є основою складних механізмів регуляції емоцій і поведінки людини.

Слід зазначити, що змінилося розуміння роботи лімбічної системи: пам'ять, емоції та поведінка формуються в результаті взаємодії різних нейронних мереж [2]. Велику увагу науковці приділяють ролі префронтальної кори. Вона бере участь у регуляції емоцій через складні механізми когнітивного контролю, переоцінки та вибору поведінкових стратегій. При цьому різні форми емоційної регуляції пов'язані з різними фізіологічними траєкторіями активації, що підкреслює багаторівневий характер нейронної організації психічних процесів [5; 6].

На фізіологічному рівні дедалі більше доказів свідчать, що емоційні та когнітивні стани відповідають специфічним режимам функціональної взаємодії між мозковими мережами. Такі режими характеризуються відносною стабільністю конфігурацій зв'язності, що дозволяє розглядати психічні стани як динамічні, але впорядковані патерни нейронної активності [4]. Страх і тривога не є наслідком активності лише однієї структури;

їх виникнення є результатом комплексної взаємодії сенсорних, інтероцептивних і виконавчих систем мозку [17].

Дослідження механізмів взаємодії нейромедіаторів є важливим для розуміння фізіологічних особливостей психологічних процесів. У механізмах передачі нервових сигналів було визначено провідну роль дофаміну. Розвиток цифрових технологій, діагностичних можливостей діагностики головного мозку та відкриття нових нейротрасмітерів дозволили встановити структурно-функціональну організацію мозку, що охоплює клітинні механізми та функціональні зв'язки [1; 13].

Було встановлено і роль вегетативної нервової системи та психофізіологічних механізмів у формуванні емоційної стабільності та адаптації [3; 15]. Порушення нейронної організації психологічних процесів впливають на мовлення та соціальну поведінку. Це вказує на тісний взаємозв'язок нейробіологічних і соціально-поведінкових механізмів людини [16].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У наш час велика кількість наукових публікацій присвячена вивченню анатомії та фізіології нервової системи людини. Саме неробіологічні механізми впливають на психологічні процеси людини, підтримку або порушення нормального функціонування нейронних мереж головного мозку. Л. Пессоа [18] зазначає, що емоції формуються в результаті взаємодії декількох нейронних мереж. Емоції – це результат роботи сенсорних, когнітивних і тілесних систем. Це робота не окремих «емоційних центрів», а динамічні процеси, які залежать від внутрішнього стану організму [18].

У дослідженні Й. Юнгліллігенс та ін. [10] зазначається, що емоційний стан формується на основі прогнозованої діяльності мозку. Порушення взаємодії сенсорних, когнітивних і тілесних систем можуть призводити до змін психологічних процесів. Отримані дані підтверджують тісний зв'язок між фізіологічними механізмами мозку та формуванням емоційних і поведінкових реакцій [10].

Науковцями А. Крендл та Р. Бетцель [11] було доведено, що соціальні та когнітивні процеси реалізуються через розподілені нейронні мережі. Автори встановили, що такі процеси, як соціальна оцінка та емпатія, не залежать від активності окремих структур, а визначаються характером зв'язків між ними. Це підтверджує, що психологічні процеси мають мережеву нейробіологічну основу [11].

У дослідженні Р. Ден, М. Вайнсток та Г. Гоельман [4] було показано, що різні емоційні стани відповідають різним конфігураціям функціональних зв'язків у мозку. Автори встановили, що емоції можуть бути описані як відносно стабільні патерни взаємодії між нейронними мережами, а не як короточасна активація окремих зон. Це дозво-

ляє розглядати психологічні процеси як результат фізіологічної координації мозкової діяльності на рівні мереж [4].

**Мета роботи** – визначення нейробіологічного підґрунтя психологічних процесів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Останні дані за темою нейробіологічного підґрунтя психологічних процесів демонструють чіткий зсув від уявлень про «локальні центри» психіки до моделей, у яких емоції, мотивація, соціальне пізнання та регуляція поведінки описуються як результат роботи розподілених нейронних мереж. Цей підхід є принципово важливим для наукового пояснення психологічних феноменів, оскільки дає змогу пов'язати суб'єктивний досвід і поведінку з анатомо-фізіологічною організацією мозку на рівні мереж, регуляторних контурів і нейромедіаторних механізмів [11; 18].

Провідною лінією сучасних досліджень є твердження, що емоційні та когнітивні процеси виникають не через активацію однієї структури, а через координацію кількох систем, які одночасно забезпечують оцінку значущості стимулу, прогноз наслідків, тілесне відчуття стану та контроль відповіді. У межах такого підходу емоції трактуються як властивість функціональних мереж, що змінюються залежно від контексту, задачі та індивідуального досвіду [6; 18]. Саме тому у нейробіології емоцій актуальним стало питання не «де в мозку емоції», а «які конфігурації зв'язності потрібні для конкретного емоційного стану».

Показано, що процеси емпатії, оцінки та соціального прогнозування не зводяться до однієї анатомічної ділянки головного мозку. Вони реалізуються через взаємодію структур, які беруть участь у переробці сигналів, інтеграції з попереднім досвідом та формуванні поведінкових стратегій [11].

У сучасних публікаціях емоційна сфера розглядається як результат прогнозованої роботи мозку, де емоційний стан формується за допомогою інтероцептивних сигналів (внутрішніх відчуттів), сенсорних даних і когнітивних інтерпретацій. [10]. Це дозволяє зрозуміти функціональні психологічні розлади, де симптоми можуть виникати внаслідок зсувів у системах прогнозу, контролю і тілесного сигналіngu без грубих структурних уражень [10; 20]. Таким чином, психологічні процеси є механізмами нейробіологічної взаємодії внутрішніх та зовнішніх сигналів.

Велику увагу науковці приділяють ролі префронтальної кори, яка забезпечує регуляцію емоційних реакцій, прийняття рішень і поведінкове гальмування. Показано, що вплив префронтальних зон на емоції реалізується через переоцінку, зміну уваги, пригнічення імпульсу [5; 6].

Сучасні роботи вказують на розвиток емоційних станів через вимірювані складові нейромереж.

Показано, що різні емоційні стани можуть відповідати різним патернам мереж значущості, виконавчого контролю та внутрішнього ментального режиму. Психологічні процеси мають нейробіологічні особливості. Це різні рівні структурно-функціональної взаємодії головного мозку людини. [4].

Мотиваційні та частина емоційних процесів мають чітке нейромедіаторне підґрунтя. Секреція дофаміну відбувається в спеціалізованих ділянках [13]. Слід зазначити, що психологічні процеси мають кортикально-підкіркову психофізіологічну складову. Описані моделі автономної дисрегуляції під час викликів показують, що емоційна стабільність і “вікно толерантності” залежать від балансу процесів саморегуляції, резильєнтності та адаптації [3]. Крім того, кардіальна когерентність є маркером стабільності та саморегуляції, пов’язаною із психосоціальним благополуччям [15].

У роботі Л. Пессоа [18] було показано, що емоційні психологічні процеси не мають жорсткої анатомічної прив’язки до окремих структур мозку, а формуються внаслідок взаємодії кількох нейронних мереж. Автор встановив, що ключову роль відіграє узгоджена робота систем значущості, тілесної чутливості та контролю дій, що дозволяє розглядати емоцію як динамічний функціональний стан мозку. Аналогічний підхід підтримали Й. Юнгілігенс та ін., які показали, що емоційні стани залежать від інтеграції тілесних сигналів і когнітивного контексту, а порушення цієї інтеграції може змінювати психологічні процеси без структурних ушкоджень нервової системи [10].

Окрему групу результатів становлять дослідження тілесної регуляції психологічних процесів. Т. Енгелен та ін. показали, що інтероцептивні

сигнали надходять до мозку з різною частотою, що формує часову структуру обробки емоцій і уваги. Зокрема, серцеві сигнали мають порядок частоти близько 1 Гц, дихальні – у межах 0,1–0,4 Гц, а шлункові – близько 0,05 Гц, що створює різні “ритмічні вікна” для нейронної інтеграції [7]. У цьому контексті Л. Пессоа показав, що страх і тривога виникають не як функція однієї структури, а як результат узгодженої роботи кількох систем, включно з тими, що обробляють тілесні сигнали (табл. 1) [17].

Аналіз таблиці 1 показує, що значна частина психологічних процесів має чіткі кількісні нейробіологічні параметри. Інтероцептивні ритми організму відрізняються за частотою майже на порядок [7]. Така різниця створює багаторівневу часову структуру сигналів, з якою працює мозок, і визначає умови формування емоційних і когнітивних станів.

На рівні мозкової організації психологічні процеси пов’язані не зі статичними зонами, а з конфігураціями функціональних мереж. Дані про емоційні стани свідчать, що вони відповідають різним патернам зв’язності між мережами, а не лише підвищенню або зниженню активності окремих ділянок [4; 19]. Крім того, було встановлено, що такі прояви, як страх і тривога, мають системний характер – це процеси, у яких одночасно залучені декілька нейронних систем [8; 17].

На мікрофізіологічному рівні кількісним маркером психологічних процесів виступає організація нейромедіаторної передачі. Частка дофамінових варикозитетів з активними зонами (близько 30%) свідчить, що ефективність мотиваційних і підкріплювальних механізмів залежить від конкретних

Таблиця 1

**Нейробіологічні маркери та психологічні процеси (частоти, діапазони, відсотки)**

Нейробіологічний маркер	Кількісний параметр	Діапазон / частота / відсоток	Психологічний процес
Серцеві інтероцептивні сигнали	Частота серцевого ритму	≈ 1 Гц	Емоційна реактивність, увага до тілесних сигналів
Дихальні сигнали	Частота дихального ритму	0,1–0,4 Гц	Тривога, напруга, регуляція стану
Шлункові сигнали	Частота гастричного ритму	≈ 0,05 Гц	Фоновий емоційний стан, інтероцепція
Функціональні мережі мозку	Тип конфігурації	Різні патерни зв’язності	Емоційні стани
Кількість залучених структур страху/тривоги	Рівень залучення систем	Множинні регіони, не одна структура	Страх, тривога
Дофамінові варикозитети з активними зонами	Частка структур	≈ 30%	Мотивація, підкріплення
Регуляція m6A та активність мПФК	Напрямок змін	Зменшення порушень / підвищення активності	Зниження тривожності
Префронтальна кора	Функціональна участь	Контекст-залежна активація	Саморегуляція емоцій

Джерело: складено авторами на основі [5; 7; 13; 17; 20]

структурних особливостей синаптичної передачі. Психологічні процеси мають вимірюване нейробіологічне підґрунтя. Воно проявляється на рівні ритмів, мереж і мікроструктур нервової системи. [13]

М. Діксон та ін. [5] показали, що префронтальна кора має велику роль в регуляції емоційних реакцій. Ця роль виконується через різні механізми контролю. В роботі було показано залежність залучення різних префронтальних зон від задачі, оцінки, гальмування імпульсів або переключення уваги. Таким чином, психологічні процеси саморегуляції мають чітку нейробіологічну основу у вигляді контекст-залежної активації префронтальних ділянок мозку [5; 12].

Науковець Л. Пессоа [17] показав, що стрес, тривога та депресія формуються в результаті взаємодії декількох систем. Це зони, які відповідають за обробку загрози, тілесні сигнали та контроль поведінки та відповіді. Їх взаємодія впливає на інтенсивність та тривалість психологічних порушень людини [14; 17].

У роботі Л. Паланіяппан та ін. [16] було показано, що порушення мовленевих функцій вказує на порушення нейронної організації психологічних процесів. Зміни мовленевих патернів пов'язані з нейронною активністю та особливостями соціальної поведінки. Це вказує на зв'язок мовлення як поведінковий маркер нейробіологічних змін [16]. Додатково Р. Маккраті та М. А. Заяс продемонстрували, що показники кардіальної когерентності пов'язані зі здатністю до саморегуляції та психологічною стабільністю. Автори показали, що узгодженість серцевих ритмів асоційована з більш стабільним емоційним станом і кращою адаптацією, що підтверджує роль автономної нервової системи у формуванні психологічних процесів [15].

Нейробіологічне підґрунтя психічних процесів неоднорідне. Ці процеси залежать від функціонального стану процесу. Пізнавальні, вольові та емоційні процеси відрізняються не лише за психологічним змістом, а й за характером нейронної організації, залученими системами регуляції та механізмами інтеграції інформації (табл. 2).

Аналіз даних показує, що пізнавальні процеси мають найбільш виражений інтегративний характер. Їх нейробіологічні процеси пов'язані із нормальним виконанням функцій нейронних мереж. Ці мережі обробляють інформацію ззовні, співставляють її з внутрішнім станом та створюють нормальну відповідь особистості. Дослідження вказують, що когнітивна ефективність визначається взаємодією між мережами виконавчими та мережами значущості, що вказує на мережеву природу пізнавальних психологічних процесів [4; 11]. Включення інтероцептивних систем у цю взаємодію підкреслює, що на когнітивні функції впливають тілесні фізіологічні сприйняття людини, її особистісні характеристики, відношення до світу [7].

Вольові процеси в більшості випадків мають регуляторний напрямок. Їх нейробіологічна організація основана на роботі префронтальної кори та нейромедіаторних систем. Взаємодія цих складових забезпечує контроль дій, вибір стратегії поведінки та підтримку цілеспрямованої діяльності. Вольовий контроль не є сталим показником. Він динамічно змінюється залежно від контексту, складності завдання та мотиваційного компонента. Все це вказує на гнучкий характер нейронної регуляції [5; 8; 13].

**Результати** сучасних досліджень свідчать, що психічні стани динамічно змінюються під впливом

Таблиця 2

### Характеристика основних груп психологічних процесів

Процеси	Основні функції	Нейробіологічні системи	Характеристика
Пізнавальні процеси	Увага, отримання та обробка інформації	Функціональні мозкові мережі (виконавча, мережа значущості)	Залежать від зовнішніх і внутрішніх сигналів
Вольові процеси	Саморегуляція, прийняття рішень, цілеспрямована поведінка	Префронтальна кора, нейромедіаторні системи (дофамін)	Регуляторний характер, забезпечуються гнучким контролем та мотиваційною підтримкою
Емоційні процеси	Страх, тривога, емоційна оцінка	Інтероцептивні та регуляторні системи	Формуються як системні стани мозку, не зводяться до активності окремої структури
Емоційна стабільність та адаптація	Резильєнтність, відновлення рівноваги, процеси адаптації	Автономна нервова система, центральні регуляторні механізми	Визначається балансом центральних та автономних процесів саморегуляції
Модифікація психічних станів	Зниження тривожності, відновлення адаптивної поведінки	Кортикальні регуляторні зони, молекулярні механізми	Психічні стани можуть змінюватися через біологічні механізми нейропластичності

*Джерело: сформовано авторами на основі [4; 5; 7; 11; 13; 15; 18; 20]*

біологічних механізмів. Кортикальні зони регуляції та нейромедіаторні процеси мають великий вплив на рівень психологічних реакцій та можливість відновлення процесів адаптації [20]. Сукупно ці дані дозволяють розглядати пізнавальні, вольові та емоційні процеси як взаємопов'язані, але нейробіологічно диференційовані компоненти цілісного функціонування нервової системи.

**Висновки.** Психологічні процеси формуються не в окремих анатомічних структурах, а в результаті скоординованої роботи розподілених нейронних мереж, що відображає сучасний перехід від локалізаційних до мережових моделей мозку. Емоційні стани є динамічними функціональними конфігураціями, що інтегрують сенсорні, інтерцептивні та когнітивні сигнали, що пояснює їх

контекстуальну мінливість та залежність від фізіологічного стану організму.

Когнітивні та вольові процеси є нейробіологічно диференційованими: перші базуються на інтеграції між функціональними мережами, а другі на регуляторній ролі префронтальної кори та нейромедіаторних механізмах контролю поведінки.

Страх і тривога мають системний характер і виникають унаслідок взаємодії кількох нейронних і тілесних систем, що унеможливило їх редукцію до активності однієї мозкової структури.

Нейробіологічні основи психічних процесів слід розглядати як багаторівневу систему, у якій мережеві, нейромедіаторні та психофізіологічні механізми забезпечують цілісне функціонування психіки.

### Література:

1. Askari S., Misgeld T. Brain imaging turned inside out. *Nature Biotechnology*. 2024. Vol. 42(7). P. 1028-1029. <https://doi.org/10.1038/s41587-023-02036-8>
2. Catani M., Dell'acqua F., Thiebaut de Schotten M. A revised limbic system model for memory, emotion and behaviour. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2013. Vol. 37(8). P. 1724-37. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.07.001>.
3. Corrigan F. M., Fisher J. J., Nutt D. J. Autonomic dysregulation and the Window of Tolerance model of the effects of complex emotional trauma. *J Psychopharmacol*. 2011. Vol. 25(1). P. 17-25. <https://doi.org/10.1177/0269881109354930>
4. Dan R., Weinstock M., Goelman G. Emotional states as distinct configurations of functional brain networks. *Cerebral Cortex*. 2023. Vol. 33(9). P. 5727-5739. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac455>.
5. Dixon M. L., Thiruchselvam R., Todd R., Christoff K. Emotion and the prefrontal cortex: *An integrative review*. *Psychological Bulletin*. 2017. Vol. 143(10). P. 1033-1081, <https://doi.org/10.1037/bul0000096>.
6. Eggert E., Prochnow A., Roessner V., Frings C., Münchau A., et al. Cognitive science theory-driven pharmacology elucidates the neurobiological basis of perception-motor integration. *Communications Biology*. 2022. Vol. 5(1). P. 919. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03864-1>.
7. Engelen T., Solcà M., Tallon-Baudry C. Interoceptive rhythms in the brain. *Nature Neuroscience*. 2023. Vol. 26(10). P. 1670-1684. <https://doi.org/10.1038/s41593-023-01425-1>
8. Felix P. C., Flagel S. B. Leveraging individual differences in cue-reward learning to investigate the psychological and neural basis of shared psychiatric symptomatology: The sign-tracker/goal-tracker model. *Behavioral Neuroscience*. 2024. Vol. 138(4). P. 260-271. <https://doi.org/10.1037/bne0000590>
9. Gündem D., Potočník J., De Winter F. L., El Kaddouri A., et al. The neurobiological basis of affect is consistent with psychological construction theory and shares a common neural basis across emotional categories. *Communications Biology*. 2022. Vol. 5(1). P. 1354. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-04324-6>.
10. Jungilligens J., Paredes-Echeverri S., Popkirov S., Barrett L. F., Perez D. L. A new science of emotion: implications for functional neurological disorder. *Brain*. 2022. Vol. 145(8). P. 2648-2663. <https://doi.org/10.1093/brain/awac204>.
11. Krendl A. C., Betzel R. F. *Social cognitive network neuroscience*. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 2022. Vol. 17(5). P. 510-529. <https://doi.org/10.1093/scan/nsac020>.
12. Lindquist K. A., Satpute A. B., Wager T. D., Weber J., Barrett L. F. The Brain Basis of Positive and Negative Affect: Evidence from a Meta-Analysis of the Human Neuroimaging Literature. *Cerebral Cortex*. 2016. Vol. 26(5). P. 1910-1922. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv001>.
13. Liu C., Kershberg L., Wang J., Schneeberger S., Kaeser P. S. Dopamine Secretion Is Mediated by Sparse Active Zone-like Release Sites. *Cell*. 2018. Vol. 172(4). P. 706-718.e15. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.01.008>.
14. Marazziti D., Fantasia S., Palermo S., Arone A., Massa L., et al. Main Biological Models of Resilience. *Clinical Neuropsychiatry*. 2024. Vol. 21(2). P.115-134. <https://doi.org/10.36131/cnforitieditore20240201>.
15. McCraty R., Zayas M. A. (Cardiac coherence, self-regulation, autonomic stability, and psychosocial well-being. *Frontiers in Psychology*. 2014. Vol. 5. P. 1090. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01090>.
16. Palaniyappan L., Mota N. B., Oowise S., Balain V., Copelli M., et al. Speech structure links the neural and socio-behavioural correlates of psychotic disorders. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*. 2019. Vol. 88. P. 112-120, <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2018.07.007>.
17. Pessoa L. How many brain regions are needed to elucidate the neural bases of fear and anxiety? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2023. Vol. 146. P. 105039. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105039>.
18. Pessoa L. Understanding emotion with brain networks. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 2018. Vol. 19. P. 19-25. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.09.005>.
19. Steinmann L. A., Dohm K., Goltermann J., Richter M., Enneking V., et al. Understanding the neurobiological basis of anhedonia in major depressive disorder – evidence for reduced neural activation during reward and loss processing. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*. 2022. Vol. 47(4). P. E284-E292. <https://doi.org/10.1503/jpn.210180>.

20. Yan L., Wei J. A., Yang F., Wang M., Wang S., et al. Physical Exercise Prevented Stress-Induced Anxiety via Improving Brain RNA Methylation. *Advanced Science*. 2022. Vol. 9(24). P. e2105731. <https://doi.org/10.1002/advs.202105731>.

### References:

1. Askari, S., & Misgeld, T. (2024). Brain imaging turned inside out. *Nature biotechnology*, 42(7), 1028–1029. <https://doi.org/10.1038/s41587-023-02036-8>.
2. Catani, M., Dell'acqua, F., & Thiebaut de Schotten, M. (2013). A revised limbic system model for memory, emotion and behaviour. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 37(8), 1724–1737. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.07.001>.
3. Corrigan, F. M., Fisher, J. J., & Nutt, D. J. (2011). Autonomic dysregulation and the Window of Tolerance model of the effects of complex emotional trauma. *Journal of psychopharmacology (Oxford, England)*, 25(1), 17–25. <https://doi.org/10.1177/0269881109354930>
4. Dan, R., Weinstock, M., & Goelman, G. (2023). Emotional states as distinct configurations of functional brain networks. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)*, 33(9), 5727–5739. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac455>
5. Dixon, M. L., Thiruchselvam, R., Todd, R., & Christoff, K. (2017). Emotion and the prefrontal cortex: An integrative review. *Psychological bulletin*, 143(10), 1033–1081. <https://doi.org/10.1037/bul0000096>.
6. Eggert, E., Prochnow, A., Roessner, V., Frings, C., Münchau, A., Mückschel, M., & Beste, C. (2022). Cognitive science theory-driven pharmacology elucidates the neurobiological basis of perception-motor integration. *Communications biology*, 5(1), 919. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03864-1>.
7. Engelen, T., Solcà, M., & Tallon-Baudry, C. (2023). Interoceptive rhythms in the brain. *Nature neuroscience*, 26(10), 1670–1684. <https://doi.org/10.1038/s41593-023-01425-1>
8. Felix, P. C., & Flagel, S. B. (2024). Leveraging individual differences in cue–reward learning to investigate the psychological and neural basis of shared psychiatric symptomatology: The sign-tracker/goal-tracker model. *Behavioral Neuroscience*, 138(4), 260–271. <https://doi.org/10.1037/bne0000590>
9. Gündem, D., Potočnik, J., De Winter, F. L., El Kaddouri, A., Stam, D., Peeters, R., Emsell, L., Sunaert, S., Van Oudenhove, L., Vandenbulcke, M., Feldman Barrett, L., & Van den Stock, J. (2022). The neurobiological basis of affect is consistent with psychological construction theory and shares a common neural basis across emotional categories. *Communications biology*, 5(1), 1354. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-04324-6>
10. Jungilligens, J., Paredes-Echeverri, S., Popkirov, S., Barrett, L. F., & Perez, D. L. (2022). A new science of emotion: implications for functional neurological disorder. *Brain: a journal of neurology*, 145(8), 2648–2663. <https://doi.org/10.1093/brain/awac204>.
11. Krendl, A. C., & Betzel, R. F. (2022). Social cognitive network neuroscience. *Social cognitive and affective neuroscience*, 17(5), 510–529. <https://doi.org/10.1093/scan/nsac020>.
12. Lindquist, K. A., Satpute, A. B., Wager, T. D., Weber, J., & Barrett, L. F. (2016). The Brain Basis of Positive and Negative Affect: Evidence from a Meta-Analysis of the Human Neuroimaging Literature. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)*, 26(5), 1910–1922. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv001>.
13. Liu, C., Kershberg, L., Wang, J., Schneeberger, S., & Kaeser, P. S. (2018). Dopamine Secretion Is Mediated by Sparse Active Zone-like Release Sites. *Cell*, 172(4), 706–718.e15. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.01.008>.
14. Marazziti, D., Fantasia, S., Palermo, S., Arone, A., Massa, L., Gambini, M., & Carmassi, C. (2024). Main Biological Models of Resilience. *Clinical neuropsychiatry*, 21(2), 115–134. <https://doi.org/10.36131/cnforitieditore20240201>.
15. McCraty, R., & Zayas, M. A. (2014). Cardiac coherence, self-regulation, autonomic stability, and psychosocial well-being. *Frontiers in psychology*, 5, 1090. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01090>.
16. Palaniyappan, L., Mota, N. B., Oowise, S., Balain, V., Copelli, M., Ribeiro, S., & Liddle, P. F. (2019). Speech structure links the neural and socio-behavioural correlates of psychotic disorders. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*, 88, 112–120. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2018.07.007>.
17. Pessoa L. (2023). How many brain regions are needed to elucidate the neural bases of fear and anxiety?. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 146, 105039. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105039>.
18. Pessoa, L. (2018). Understanding emotion with brain networks. *Current opinion in behavioral sciences*, 19, 19–25. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.09.005>.
19. Steinmann, L. A., Dohm, K., Goltermann, J., Richter, M., Enneking, V., Lippitz, M., Repple, J., Mauritz, M., Dannowski, U., & Opel, N. (2022). Understanding the neurobiological basis of anhedonia in major depressive disorder – evidence for reduced neural activation during reward and loss processing. *Journal of psychiatry & neuroscience: JPN*, 47(4), E284–E292. <https://doi.org/10.1503/jpn.210180>.
20. Yan, L., Wei, J. A., Yang, F., Wang, M., Wang, S., Cheng, T., Liu, X., Jia, Y., So, K. F., & Zhang, L. (2022). Physical Exercise Prevented Stress-Induced Anxiety via Improving Brain RNA Methylation. *Advanced Science*, 9(24), e2105731. <https://doi.org/10.1002/advs.202105731>.

Дата першого надходження статті до видання: 24.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026