

The phenomenon of empathy plays a key role in understanding the world by a person, in effective interaction of the pedagogical process, psychological and psychiatric help, as well as in making the work of Arts. The psychological teaching of the specialists of the mentioned directions is mostly aimed at academic knowledge and is almost left behind the practical skills.

The aim of the article is to tackle the peculiarities of empathy manifestations among the students of creative professions.

It has been shown that empathy has cathartic properties in the process of psychological support and the perception of works of art. The fact that a certain level of empathy belongs to the students of pedagogical university what is proven by empirical research has been emphasized. But there are statistically significant differences in the manifestation of empathy components among students of different pedagogical fields. It has been proved, that the activity of psychologist-consultant is creatively determined.

Statistically significant correlation between intuitive channel of empathy and such personal traits as conservatism – radicalism and practicality – imagination, rational channel and emotional resistance has been shown. There is correlation between emotional channel of empathy and such characteristics as sociability, sensitivity, trust and goodwill. It has been found out, that the students of creative specialization differ from other students of pedagogical training areas by more distinctive intuitive and emotional channels of empathy.

The results of mastering of the theoretical knowledge and practical analysis of achievements argue to suggest empathy to be not only necessary but a very difficult skill for educational and creative activities.

Key words: *empathy, rational, emotional and intuitive channels of empathy, self-image, self-imaginary, creative professions.*

УДК 378.14

Тетяна Ємельянова

Харківський національний

автомобільно-дорожній університет

ORCID ID 0000-0001-7451-8193

DOI 10.24139/2312-5993/2017.02/069-079

ПРО МЕХАНІЗМ МЕТАКОГНІТИВНОГО РОЗВИТКУ ЗДІБНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ В ПРОЦЕСІ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ

У статті досліджуються механізми розвитку когнітивного й метакогнітивного пізнавального простору в межах сучасного розуміння моделювання функціональних властивостей нейронних мереж. Передбачається, що в нейронній структурі редагуються і зберігаються образи статичних подій та просторово-часових динамічних ситуацій у вигляді семантичних зв'язків та мереж.

Вивчаються механізми формування семантичних зв'язків і мереж, які відтворюють у процесі мислення «хаотично» виникаючі образи й ситуації. Автор вважає, що механізм запускає нейронна мережа з хаотичними нейронами. Роль хаотичних нейронів зводиться до виділення певного контексту з одного семантичного зв'язку і його конкатенації з іншим. Автор обґрунтовує висновок, що подібний процес у динамічних семантичних мережах призводить до несподіваних просторово-часових образів. Процес виникнення несподіваних статичних образів можна пов'язати з навчанням метанавичкам, виникнення несподіваних просторово-часових ситуацій пов'язується з механізмом метапізнання. Поява в процесах мислення елементів метапізнання стимулює пізнавальну систему особистості до подальшого розвитку, розвитку здібностей, підвищення математичної та професійної культури.

Ключові слова: когнітивний і метакогнітивний простір, статичні і динамічні семантичні зв'язки, нейронна мережа, хаотичний нейрон.

Постановка проблеми. Проблема формування здібностей особистості в освітньому просторі вищої школи, будучи міждисциплінарною, одночасно визначає напрям розвитку системи неперервної професійної освіти. Вивчення цієї проблеми з метою детального осмислення механізму когнітивного й метакогнітивного розвитку здібностей особистості в контексті фундаменталізації вищої освіти забезпечить якісний стрибок математичної та професійної культури і стане однією зі стратегічних складових модернізації математичної підготовки в системі триступеневої вищої освіти.

Становить інтерес визначення особливостей механізмів розвитку когнітивних і метакогнітивних здібностей. Дослідження механізмів конструювання когнітивного й метакогнітивного пізнавального простору проведено в межах сучасних поглядів із моделювання функціональних властивостей нейронних мереж. Ця інформація дозволить відповісти на питання про напрями, принципи формування, характеристики когнітивних і метакогнітивних функцій мислення та розвитку здібностей особистості в процесі математичної підготовки в системі вищої освіти.

Аналіз актуальних досліджень. Сучасною парадигмою системи освіти є компетентнісний підхід до навчання, який здатний вирішити завдання з розвитку здібностей особистості: здібностей до продуктивної діяльності в сучасному суспільстві, здатності до «метазнання» як здатності до використання накопичених знань для придбання нових знань, і, відповідно, здатності до інноваційної діяльності [13, 154].

Опубліковано багато робіт із дослідження функцій і механізмів когнітивних здібностей, автори яких пропонують різні моделі функціонування нейронних мереж штучного інтелекту й нейронних мереж біологічних систем [1, 99; 6, 28; 7; 12]. Їх автори пропонують нейронні мережеві моделі когнітивних функцій, моделі семантичних мереж, які відтворюють образи динамічних і статичних інформаційних потоків. У силу надзвичайної складності функціонування нейронних мереж, відповідальних за процеси мислення, у цих моделях обговорено окремі аспекти роботи нейронних мереж. У роботі [7] здійснено огляд моделей нейронів і нейронних архітектур. Результати введення в мережеві структури хаотичних нейронів дискутуються в роботах [2; 14].

Можливості розумової діяльності, здібності особистості відображають характеристики пізнавального простору особистості, визначеного когнітивним і метакогнітивним потенціалом. Доведено, що вдосконалення когнітивних процесів під час постійної планомірної навчальної діяльності є можливим, що в результаті навчального процесу підвищується ефективність когнітивного потенціалу розумової діяльності, відповідно, здібностей

особистості [9; 4, 183; 5, 74]. У роботі [3, 150] визначено особливості структурних компонентів механізму розвитку когнітивних здібностей студентів у системі неперервної математичної освіти.

Метою статті є психолого-педагогічне висвітлення проблеми визначення механізму когнітивного й метакогнітивного розвитку здібностей студентів на базовому математичному рівні вищої освіти, дослідження когнітивних і метакогнітивних функцій мислення в межах сучасних підходів до модулювання нейронної мережевої системи.

Методом дослідження є системний підхід із елементами структурного аналізу до моделювання нейронних семантичних мереж когнітивних і метакогнітивних функцій, які відтворюють образи динамічних і статичних інформаційних потоків.

Виклад основного матеріалу. У контексті когнітивного підходу до розвитку особистості вводиться поняття когнітивної системи особистості. Сукупність властивостей цієї системи, що проявляються у процесі її функціонування, трактується як пізнавальні здібності особистості. У пізнавальній системі діють функціональні й операційні механізми. Для розвитку операційних механізмів потрібен певний рівень функціонального розвитку. У свою чергу розвиток операційних механізмів переводить у нову фазу розвитку функціональні механізми, що підвищує їх можливості [8, 19–20].

Функціонування такої складної системи полягає як у забезпеченні, так і в саморегуляції когнітивного процесу. До недавнього часу вважали, що роль когнітивних процесів полягає тільки в переробці інформації. Сучасний погляд на пізнавальний процес зазначає в ньому важливу роль процесів самоконтролю й саморегулювання – метакогнітивних процесів. Більшість психологів висловлюють думку, що когнітивні процеси відповідальні за пізнавальний процес, метакогнітивні процеси обумовлюють здатність «переглядати» й «відстежувати» хід когнітивної діяльності. Автор однієї зі статей із метакогнітивної психології визначає метакогнітивні процеси як «процессы, которые направлены на контроль и регуляцию познания» [13, 153].

Метапізнання здійснюється в декількох напрямках. На наш погляд, головними є: формування знання про власні можливості й обмеженість свого пізнавального ресурсу і контроль власної інтелектуальної діяльності. Контроль може бути забезпечений тільки «собственными интеллектуальными, ранее приобретенными, способностями планирования деятельности (цели), определения средств достижения (цели) и последовательности собственных действий» [8, 155].

Пізнавальний простір особистості – простір когнітивних і метакогнітивних функцій пам'яті. Будемо розглядати організацію цього простору з позицій

нейронної парадигми побудови мережної системи, яка характерна структурам нервової системи, що містить нейрони (нервові клітини).

У силу багатомодальності каналів отримання інформації нейронні мережі характеризуються паралельною обробкою інформації в різних елементах мережі. Кожен сенсорний канал формує потік інформації, який, вступаючи в мережеву систему, паралельно обробляється. Відомо [11], що «сложность предварительной обработки в разных сенсорах у человека различна. Наиболее простой является обработка информации от поверхности кожи, сложнее – обработка слуховой информации, еще сложнее – обработка зрительной информации в сетчатке». Розпаралелювання потоків відповідає оптимізації й підвищенню якості обробки інформації.

Нейронні мережі відрізняються асоціативністю, відновлюванням цілого образу предмета за його фрагментами. Когнітивні функції пам'яті об'єднані в систему, яка «редагує» інформацію, що надходить за принципом асоціацій, короточасних і довготривалих, більш або менш стійких асоціацій за суміжністю, подібністю, контрастом, тимчасовою і просторовою близькістю. Психолого-педагогічне співтовариство висловлює думку про те, що «асоціативна пам'ять є субстратом всіх творчих здібностей людини» [11]. У силу властивості асоціативності довготривала пам'ять «редагує», «очищає» від повторів інформацію, що надійшла. Властивість асоціативності важлива при обробці «нечіткої» інформації, при розпізнанні образу за окремим фрагментом.

Нейронні мережі характеризуються адаптивністю: мережа може видозмінювати свою структуру, пристосовує її до виконання конкретної задачі. Вивчаючи когнітивний простір нейронної мережі, автор [10, 15] відзначає єдність стійкості й мінливості системи, а реакцію системи на зовнішнє джерело представляє таким чином. Взаємодія системи з джерелом проектується на всі елементи мережі так, що в кожному елементі відображається сукупність проєкцій взаємодії. Сталий стан системи порушується, починається процес оптимізації системи. У результаті елементи системи або відновлюють попередній стан, або переходять у новий стійкий стан. Система перебудовується, знаходячи новий стан, відповідно, розширюється її когнітивний простір: нейронна система адаптувалася до нових умов. Динаміка мережі визначається правилами зміни станів її елементів (нейронів) і формування їх зв'язків.

Для детального вивчення механізмів формування й розвитку когнітивних і метакогнітивних здібностей особистості необхідно звернутися до структури довготривалої пам'яті когнітивного простору. Нейронна мережа когнітивного простору представляється кількома підсистемами, які тісно пов'язані між собою, але функціонально розрізняються. Розглянемо модель довготривалої пам'яті у вигляді двокомпонентної структури, сформованої двома підмережами, в одній із яких зберігаються образи

подій, в іншій – образи подій зі зв'язками між ними у вигляді цілих ситуацій. У кожній структурі реалізуються процеси: обробка і зберігання інформації. Функціонування кожної підмережі відбувається за принципом асоціативного розпізнання образу [7].

У нейронній мережі обробка та зберігання інформації у вигляді набору образів формує «словники» образів подій редагованих вхідних потоків [11]. Нехай на вхід мережі надходить сигнал, відповідний певному образу. Між нейронами мережі встановлюються зв'язки, які відповідають цьому образу. При повторній подачі нейрони мережі сприймуть сигнал у вигляді того самого образу, але встановлені зв'язки, їх ваги, багаторазово посиляться. Вибудовується семантичний зв'язок, що характеризується певним потенціалом активації. Для вибудованого зв'язку поріг активації знижується. Тому, якщо на вхід мережі надійде трохи змінений сигнал, відновлюється багаторазово повторений образ. Якщо на вхід мережі надійде сильно змінений сигнал, то в результаті асоціативності нейронної мережі з'явиться не тільки «запам'ятований» образ, але й декілька «помилкових» образів. Вибудовуються семантичні зв'язки для кожного з них із різними вагами, із різними потенціалами активації. Таким чином, у довготривалу пам'ять додається нова інформація, когнітивний простір розширюється, підвищується когнітивний потенціал структури.

Численні семантичні зв'язки образів подій переплітаються, утворюючи рівневу структуру, побудовану за ієрархічним принципом. До певного рівня належать семантичні зв'язки образів, що мають загальну ознаку. Більш високий рівень містить семантичні зв'язки конструкту правил для образів більш низького рівня. Можна помітити, що нейронна підмережа образів подій характеризується як «статичне» різноманіття, оскільки є «словником» образів подій.

Багаторівнева конструкція «словника» образів подій певної дисципліни аналогічна аксіоматичній побудові теорії й відображає вищу форму організації знання. Нижчий рівень – рівень основних понять, образів, символів; більш високий рівень – рівень відносин між поняттями, мов символів; наступний рівень – рівень об'єктів, визначених через прості, що знаходяться на нижчих рівнях; ; нагорі цієї піраміди знаходяться рівні процедурного й функціонального знання.

У нейронній мережі обробки і зберігання образів подій зі зв'язками у вигляді цілих ситуацій зберігається редагована інформація про просторово-часові зв'язки подій. Тому збережена інформація має ознаки належності «динамічному» різноманіттю. Семантичні зв'язки цієї системи містять інформацію про просторово-часові зв'язки подій. Редагування та зберігання просторово-часової інформації про подію, що надходить у цю систему, проаналізуємо в контексті структурно-функціонального підходу до функціонування нейронної мережі. У певний момент у систему надходить

просторовий образ вхідного сигналу. У мережі встановлюються зв'язки, які відповідають цьому образу. Вибудовується семантичний зв'язок, що характеризується певним потенціалом активації.

У наступний момент установлюється семантичний зв'язок зі своїм потенціалом активації, що відповідає наступному образу, але однозначно пов'язаний із попереднім. Формується впорядкована послідовність образів подій, формується семантична мережа, яка відповідає просторово-часовому сигналу. При повторній появі сигналу система активізує вибудовану семантичну мережу, причому зв'язки в цій мережі, їх ваги, багаторазово посиляться. Якщо на вхід такої системи надійде сильно змінений просторово-часовий образ, то в силу асоціативності в нейронній мережі вибудовується не тільки образ «запам'ятованої» ситуації, але й кілька образів ситуацій – «хімер». Семантичні мережі образів кожної ситуації мають різні ваги, різні потенціали активації. Численні семантичні мережі, які відтворюють просторово-часові образи подій, у «динамічному різноманітті» переплітаються, утворюючи динамічну багаторівневу ієрархічну структуру з ознаками гетерархічності.

Нас цікавлять механізми мислення, відповідальні за розв'язання задач, алгоритми яких не містяться в довготривалій пам'яті. Прикладом таких процесів можуть бути процеси, що забезпечують саморегуляцію діяльності особистості: вироблення тактики і стратегії, оцінку власної інтелектуальної діяльності. Існує багато моделей механізмів побудови динамічних інтелектуальних алгоритмів [2, 58]. Скористаємося ідеями, закладеними в модель хаотичної мережі Айхари (K. Aihara) [2, 58].

Останнім часом з'являються роботи, автори яких показують, що складні біологічні системи неможливо описати через неперервні хаотичні зміни параметрів таких систем у фазовому просторі станів. Подібна динаміка характерна для нейронних мереж мозку та їх елементів – нейронів. Робиться висновок, що елементи такої системи, як і сама система, знаходяться в постійному динамічному хаосі, їх будь-яка фазова траєкторія неповторна. У межах цієї парадигми [6, 29] збудовано модель хаотичного нейрона, який безперервно змінює конфігурацію своєї активності. Його активність хаотична, але обмежена. У фазовому просторі в системі координат: «величина потенціалу активації» – «швидкість його зміни», стани нейрона знаходяться в обмеженій області, квазіаттракторі. У межах теорії хаосу рух нейрона в певному обсязі фазового простору трактується як самоорганізація в межах квазіаттрактора [6, 30].

Модель хаотичної мережі Айхари – модель нейронної асоціативної мережі з додаванням хаотичних нейронів. У цій моделі хаотичні й нехаотичні нейрони відрізняються значеннями параметрів загасання зв'язків і сили пригнічення активності нейронів (рефрактерністю). Роль хаотичних нейронів зводиться до виділення певного контексту (ланки, що

несе певний сенс, чи алгоритм) з одного семантичного зв'язку і його конкатенації (зчеплення) з іншим семантичним зв'язком. Подібний процес зі статичними семантичними зв'язками призводить до семантичних зв'язків, що відтворюють нові образи подій, які не можуть бути сформовані за законами асоціативності й адаптивності процесів мислення.

Розглянемо динамічні семантичні мережі, що відтворюють образи просторово-часових подій. Нехай хаотичні нейрони мережі знаходяться у вигляді окремих елементів або кластерних об'єднань. Вони генерують не тільки контексти ланок певної семантичної мережі з подальшою конкатенацією в іншу мережу, але і впливають на мережі так, щоб змінювалася або певним чином коректувалася послідовність семантичних зв'язків просторово-часової події. У результаті може з'явитися семантична зв'язка-мережа, що відтворює нову динамічну подію.

Довготривала пам'ять поповнюється новою інформацією динамічного характеру, механізм формування якої має в собі принципи побудови хаотичних систем, що самоорганізуються. Таким чином, у результатах процесу мислення можна відзначити елементи непередбачуваності. Динамічний характер інформації з елементами непередбачуваності в довготривалій пам'яті надає пізнавальному процесу особистості ознаки метакогнітивної діяльності. У статичному інформаційному потоці, збереженому в довготривалій пам'яті як «словник» знань, вплив хаотичних тенденцій призводить до формування метанавичок мислення. Процес виникнення несподіваних статичних образів призводить до навчання метанавичкам, виникнення несподіваних просторово-часових ситуацій пов'язано з механізмом метапізнання.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Поява в процесах мислення елементів метапізнання стимулює пізнавальну систему особистості до подальшого розвитку, розвитку здібностей, підвищення математичної та професійної культури.

Для створення системи сприятливих умов для розвитку здібностей особистості необхідно детально вивчити когнітивні й метакогнітивні механізми довготривалої пам'яті. Нейромережева концепція пізнавального процесу наближає до розуміння природи і організації таких механізмів. Інтерес становить вплив механізму хаотичності динамічних процесів мислення на такі складові здібностей особистості, як креативність, здатність до навчання, інтелект.

ЛІТЕРАТУРА

1. Александров Ю. А. Психологическое и физиологическое : континуальность и/или дискретность? / Ю. И. Александров, Е. А. Сергиенко // Психологический журнал. – 2003. – Том 24, № 6. – С. 98–109.
2. Бендерская Е. Н. Хаотические модели гиппокампа в задачах распознавания динамических образов / Е. Н. Бендерская, А. О. Перешеин // Научно-технические

ведомости СПб ГПУ. Информатика. Телекоммуникация. Управление. – 2015. – Вып. 6 (234). – С. 56–69.

3. Ємельянова Т. В. Структурні компоненти механізмів розвитку здібностей студентів в системі неперервної математичної освіти / Т. В. Ємельянова // Педагогічні науки : теорія, історія, інноваційні технології. – 2016. – № 7 (61). – С.143–153.

4. Ємельянова Т. В. Зміст і особливості системи контролю та оцінювання ступеню розвитку здібностей студентів технічного ВНЗ / Т. В. Ємельянова // Педагогічні науки : теорія, історія, інноваційні технології. – 2015. – № 6 (50). – С. 179–188.

5. Ємельянова Т. В. Про проблему розвитку пізнавальних здібностей студентів в сучасному технічному університеті / Т. В. Ємельянова // Гуманітарний Вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Г. Сковороди» : збірник наукових праць. – Переяслав-Хмельницький, 2015. – Вип. 37. – Психологія. – С. 69–76.

6. Еськов В. М. Медицина и теория хаоса в описании единичного и случайного / В. М. Еськов, В. В. Еськов, Л. Б. Джумагалиева, С. В. Гудкова // Вестник медицинских технологий. – 2014. – Т. 21. – № 3. – С. 27–34.

7. Карпенко М. П. Нейросетевое моделирование когнитивных функций мозга : обзор основных идей / А. Т. Терехин, Е. В. Будилова, Л. М. Качалова // Психологические исследования : электронный журнал. – 2009. – № 2 (4).

8. Карпов А. А. Общие способности в структуре метакогнитивных качеств личности : монография / А. А. Карпов ; Ярославский госуниверситет им. П. Г. Демидова. – Ярославль : Изд-во ЯрГУ, 2014. – 272 с.

9. Качество высшего образования / под редакцией М. П. Карпенко. – М. : Изд-во СГУ, 2012. – 291 с.

10. Тельнова Н. А. Основные принципы синергетики и их метадологическое значение / Н. А. Тельнова // Вестник Волгоградского университета. Серия 7 : философия, социология и социальные технологии. – 2006. – Вып. 5. – С. 14–20.

11. Харламов А. А. Нейросетевая среда (нейроморфная ассоциативная память) для преодоления информационной сложности / А. А. Харламов, Т. В. Ермоленко. – Режим доступа :

<http://spkurdyumov.ru/networks/nejrosetevaya-sreda-nejromorfная-associativная-pamyat-dlya-preodoleniya-informacionnoj-slozhnosti>

12. Ходашинский И. А. Модели статических искусственных нейронов : обзор / И. А. Ходашинский, Н. Д. Малютин // Доклады ТУСУР. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2015. – № 2 (36). – С. 100–107.

13. Чернакова Т. Е. Метакогнитивная психология : проблема предмета исследования / Т. Е. Чернакова // Вестник Северного Арктического федерального университета. Серия : Гуманитарные и социальные науки. – 2011. – № 3. – С. 153–158.

REFERENCES

1. Aleksandrov, Yu. A., Serhiienko, E. A. (2003). Psikhologicheskoe i fiziologicheskoe: kontinualnost i/ili diskretnost? [Psychological and physiological: continuity and/or discreteness?]. *Psikhologicheskii zhurnal*, vol. 24, issue 6, 98–109. [In Russian].

2. Benderskaia, E. N., Pereshein, A. O. (2015). Khaoticheskie modeli hippokampa v zadachakh raspoznavaniia dinamicheskikh obrazov [A chaotic model of hippocampus in tasks of recognition of dynamic images]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti. SPb GPU*, 6 (234), 56–69. [In Russian].

3. Yemelianova, T. V. (2016). Strukturni komponenty mekhanizmov rozvytku zdibnostei studentiv v systemi neperervnoi matematychnoi osvity [The structural

components of the mechanisms of the development of the students' abilities in the system of continuous mathematical education] *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnologii: Zbirnyk naukovykh prats*, 7 (61), 143–153.

4. Yemelianova, T. V. (2015). Zmist i osoblyvosti systemy kontroliu ta otsiniuvannia stupeniu rozvytku zdibnosti studentiv tekhnichnoho VNZ [The contents and features of the system of monitoring and evaluation of the degree of development of abilities of students of technical universities]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnologii*, 6 (50), 179–188.

5. Yemelianova, T. V. (2015). Pro problemu rozvytku piznavalnykh zdibnosti studentiv v suchasnomu tekhnichnomu universyteti [On the problem of development of students' cognitive abilities in the modern technical University]. *Humanitarnyi Visnyk DVNZ "Pereiaslav-Khmelnitskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet im. H. Skovorody"*. *Psykhohyia*, 37, 69–76.

6. Eskov, V. M., Eskov, V. V., Dzhumahaliieva, L. B., Hudkova, S. V. (2014). Meditsina i teoriia khaosa v opisanii yedinichnoho i sluchainoho [Medicine and chaos theory in the description of isolated and random]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*, vol. 21, issue 3, 27–34. [In Russian].

7. Karpenko, M. P. (2009). Neurosetevoie modelirovaniie kognitivnykh funktsii mozha: obzor osnovnykh idei [Neural network modeling of cognitive functions of the brain: an overview of the main ideas]. *Psikholohicheskie issledovaniia*, 2 (4). [In Russian].

8. Karpov, A. A. (2014). *Obshchiie sposobnosti v strukture metakognitivnykh kachestv lichnosti* [General abilities in the structure of the metacognitive qualities of the personality]. Yaroslavlskii Gosuniversitet im. P. H. Demidova, Yaroslavl: Izd-vo YarHU. [In Russian].

9. Karpenko, M. P. (Ed.) (2012). *Kachestvo vyssheho obrazovaniia* [The quality of higher education]. M.: Publishing house SHU. [In Russian].

10. Telnova, N. A. (2006). Osnovnye printsipy sinerhetiki i ikh metodologicheskoe znacheniiie [The basic principles of synergetics and their methodological value]. *Vestnik Volhogradskogo universiteta. Seriya 7: filosofiia, sotsiologiia i sotsialnye tekhnologii*, 5, 14–20. [In Russian].

11. Kharlamov, A. A. Ermolenko, T. V. *Neurosetevaia sreda (neiromorfnaia assotsiativnaia pamiat) dlia preodoleniia informatsionnoi slozhnosti* [Neural network environment (neuromorphic associative memory) to overcome the information complexity]. Retrieved from: <http://spkurdyumov.ru/networks/neurosetevaya-sreda-nejromorfnaia-associativnaya-pamyat-dlya-preodoleniya-informacionnoj-slozhnosti/>.

12. Khodashinskii, Y. A., Maliutin, N. D. (2015). Modeli staticheskikh iskusstvennykh neuronov. Obzor [Models of static artificial neurons. Review]. *Doklady TUSUR*, 2 (36), 100–107. [In Russian].

13. Chernokova, T. E. (2011). Metakognitivnaia psikhologiia: problema predmeta issledovaniia [Cognitive psychology: the problem of the research subject] *Vestnyk Severnogo Arkticheskogo federalnogo universiteta. Seriya: Humanitarnye i sotsialnye nauki*, 3, 153–158. [In Russian].

РЕЗЮМЕ

Емельянова Татьяна. О механизме метакогнитивного развития способностей студентов в процессе математической подготовки.

В статье исследуются механизмы развития когнитивного и метакогнитивного познавательного пространства в рамках современного понимания моделирования функциональных свойств нейронных сетей. Предполагается, что в нейронной структуре редактируются и сохраняются образы

статических событий и пространственно-временных динамических ситуаций в виде семантических связей и сетей.

Изучен механизм формирования семантических связей и сетей, которые воспроизводят в процессе мышления «хаотически» возникающие образы и ситуации. Автор полагает, что механизм запускает нейронная сеть с хаотическими нейронами. Роль хаотических нейронов сводится к выделению определенного контекста из одной семантической связи и его конкатенации с другой. Автор обосновывает вывод, что подобный процесс в динамических семантических сетях приводит к неожиданным пространственно-временным образам. Процесс возникновения неожиданных статических образов можно связать с обучением метанавыкам, возникновение неожиданных пространственно-временных ситуаций связывается с механизмом метапознания. Появление в процессах мышления элементов метапознания стимулирует познавательную систему личности к дальнейшему развитию, развитию способностей, повышению математической и профессиональной культуры.

Ключевые слова: когнитивное и метакогнитивное пространство, статические и динамические связи, нейронная сеть, хаотичный нейрон.

SUMMARY

Emelyanova Tatyana. About the mechanism of metacognitive development of abilities of the students in the process of mathematical preparation.

Active approach to the cognitive process provides the conditions of cognitive development, cognitive development of the abilities. The article is dedicated to the problem of development of mathematical abilities of students of technical profile in the modern university. It is noted that detailed understanding of the mechanism of cognitive and metacognitive development of students' abilities in the context of increasing mathematical and professional culture is on a par with the strategic components of modernization of the mathematical education in the three-stage system of higher education. The article explores the mechanisms of constructing cognitive and metacognitive space in accordance with modern views of modeling of the functional properties of neural networks. The obtained information will help to answer the question about the mechanisms of information storage and access in the processes of thinking.

The approach to the analysis of complex mechanisms of thinking process, when a neural network is represented by a two-component structure, is grounded. Static image in the form of semantic relations of static images is stored in a static neural structure. Spatio-temporal images in the form of semantic networks of dynamic situations are stored in dynamic neural structure. The mechanism of the formation of static and dynamic semantic networks, in which images and situations in the process of thinking arise chaotically, is studied. The author believes that neural network with chaotic neurons triggers the appearance of chaotic images in the process of thinking. In this model, chaotic and not chaotic neurons have different parameters of interaction and "refractaire". The role of chaotic neurons is reduced to the choice part of the semantic communications and to the merger with other semantic communication. The author concludes that such a process in dynamic semantic networks leads to unexpected spatio-temporal images. The process of the emergence of unexpected static images can be represented as the development of meta-skills; the emergence of the spatio-temporal situations can be linked to the mechanism of metacognition.

The arguments point to the existence in thinking of the mechanism of metacognition, when the unexpected images, new algorithms for solving the problem, the strategy and the tactics of the behavior are formed. The emergence of thinking processes with elements of metacognition stimulates cognitive system of the individual to further development of skills and enhance mathematical and professional culture.

Key words: *cognitive and metacognitive space, static and dynamic links, neural network, chaotic neuron.*