

ВДОСКОНАЛЕННЯ СХЕМ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ УЗАГАЛЬНЕНИХ ОПЕРАЦІЙ ЕКВІВАЛЕНТНОСТІ (НЕЕКВІВАЛЕНТНОСТІ) НЕЙРОБІОЛОГІКИ

Розглянуто стан, проблеми і перспективи розвитку штучних нейронних мереж, що реалізують узагальнені операції еквівалентності (нееквівалентності) нейробіологіки. Наводяться результати моделювання схем за допомогою програми PSpice, які доводять ефективність їхньої роботи.

The state, problems and prospects of development of artificial neuron networks which will realize the generalized equivalence (XORS) of neurobiological operations, is considered. Results over of design of charts by the program Pspice, which lead to efficiency of their work, are brought.

Мережа нейронів, яка утворює людський мозок, являє собою комплексну високоефективну, суттєво паралельну систему обробки інформації, що таким чином організовує своє функціонування, щоб реалізувати сприйняття образів та їх розпізнавання набагато швидше та ефективніше, ніж ці задачі будуть вирішувати найсучасніші комп'ютери традиційної архітектури. Нейрофізіологами встановлено, що мозок має комірчасту структуру, що всі нейрони передають інформацію однаково, у вигляді коротких електричних імпульсів, що швидкість їх розповсюдження обмежена (приблизно 100 м/с), а імпульси потрібно регенерувати, що кожен нейрон інтегрує для активізації виходу більше ніж 1000 синаптичних входів, що виключно важлива роль синапсів в навчанні і, що мозок дорослої людини відрізняється від мозку новонародженої дитини лише впорядкованістю міжнейронних зв'язків. Без сумніву і те, що мозок працює не лише більш ефективно, але й принципово іншим чином ніж звичайна ЕОМ з традиційною архітектурою. Тому, саме ці факти спричиняють та направляють роботу вчених на створення та дослідження штучних нейронних мереж (ШНМ), як паралельних розподільних багатопроцесорних систем, яким властива здатність до збереження та репрезентації досвіду і знань, що отримуються в процесі навчання та зберігаються у вигляді сили міжнейронних синаптичних зв'язків.

Значним результатом, на наш погляд, в створенні ШНМ є розробка “еквівалентнісних” моделей ШНМ та розробка відповідної “еквівалентнісної” парадигми [1, 2], які дозволяють описувати процеси функціонування, алгоритми навчання, розпізнавання, пояснюють динаміку процесів в ШНМ, обґрунтовують перспективні апаратні реалізації, дозволяють розпізнавати навіть сильно корельовані образи і при суттєвому (до 2,5 N!) збільшенні об'єму пам'яті, забезпечують просторово-інваріантне розпізнавання 2D-образів тощо [3, 4]. Значним фундаментом для розробки відповідного апаратного інструментарію та побудови новітнього макроелементного базису стало розширення скалярної нейробіологіки (НБЛ), створення математичного апарату матричної нейробіологіки з її базовими операціями нормованих еквівалентностей (нееквівалентностей), еквівалентнісних просторових функцій 2D-образів, операціями автоеквівалентнісних нелінійних перетворень [4, 5] та цілим сімейством нових еквівалентнісних операцій на основі використання узагальнюючих операцій безперервної нечіткої та нейронечіткої логіки (нечіткого заперечення, t-норми, s-норми) [6]. Запропоновані та досліджені в [6, 7] схеми для реалізації узагальнених операцій еквівалентності (УОЕ) НБЛ мають значні похибки (5÷25 %). Базовими вузлами цих схем є схеми обмеженої різниці (ОР) на віддзеркалювачах струму (ВС) з струмовою мультиплікацією (СМ). Останні побудовані з використанням біполярних транзисторів. Тому нами в цій роботі запропоновані та досліджені нові покращені схеми для реалізації УОЕ НБЛ.

Перша наша пропозиція полягає в побудові ВС з СМ на основі польових транзисторів. Використання останніх, як показують результати моделювання за допомогою програми PSpice (див. рис. 1 а, б, в, г) дозволяє зменшити нормовану похибку при реалізації функцій типу $E(a, b) = a\Delta b$ чи функцій типу E

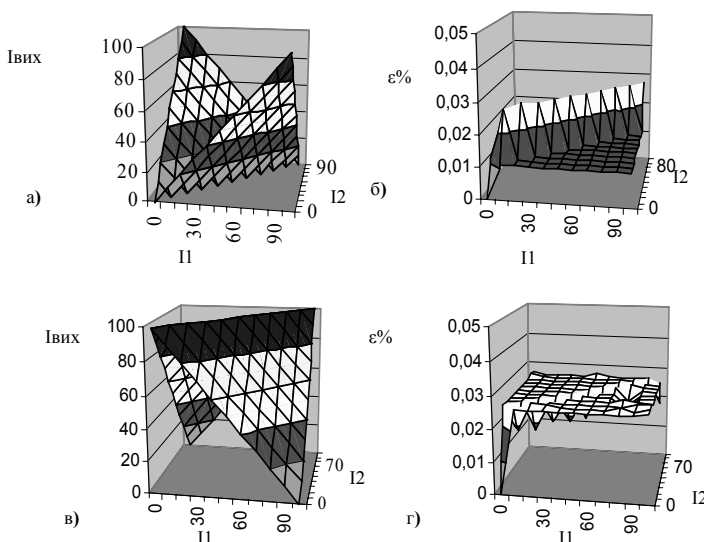


Рис. 1. Результати моделювання: а) залежність $I_{вих}$ від Π_1, Π_2 для схеми на рис. 2а; б) залежність нормованої похибки (ϵ) для схеми на рис. 2а; в) залежність $I_{вих}$ від Π_1, Π_2 для схеми на рис. 2б; г) залежність нормованої похибки (ϵ) для схеми на рис. 2б

(a, b) = $a \sim b$ до 0,01÷0,03 % в статичному режимі при входних фотострумах $I = 100 \mu A$ для схем на рис. 2 а, б. Результати моделювання окремого ВС (див. рис. 3а) на MOSFET типу 2P301A показані на рис. 4, 5, 6 дозволяють зробити такі висновки: основним параметром транзистора, що впливає на похибку ВС є опір каналу в закритому стані RDS, що визначає струм каналу в закритому стані.

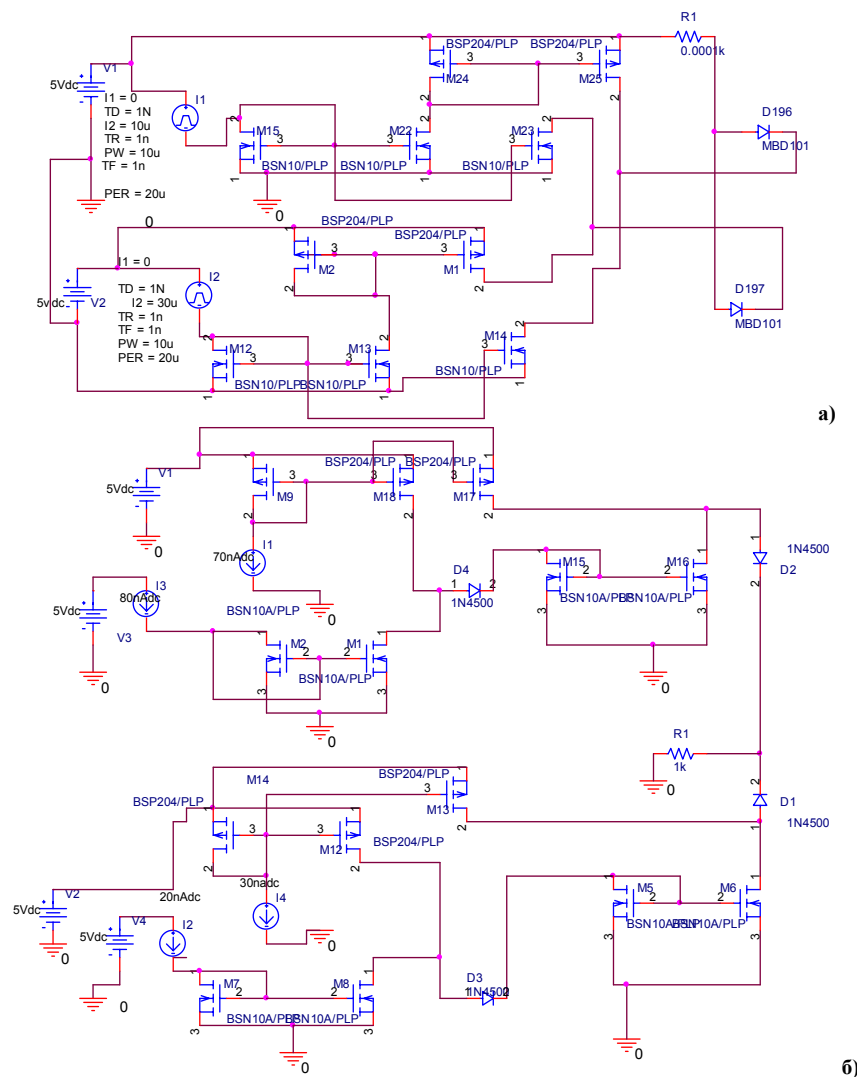


Рис. 2. Схеми електричні принципи: а) для еквівалентності $E = a \Delta b$; б) для еквівалентності $E(a, b) = a \sim b$

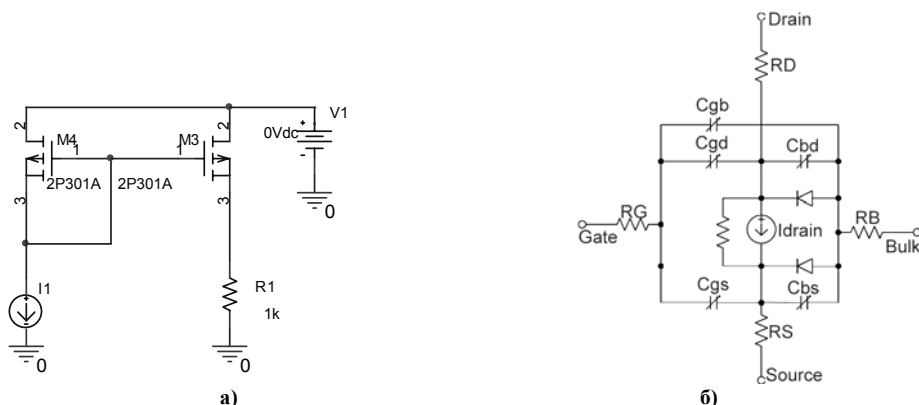


Рис. 3. Схеми окремого ВС: а) електрична принципова; б) схема заміщення транзистора

Чим більше RDS і чим менша крутизна характеристики, тим менша похибка. Для забезпечення мінімальної похибки необхідно вибрати правильно значення напруги живлення або порогової напруги VTO транзистора. Для забезпечення мінімальної похибки ВС в діапазоні струмів 1-100 μA напруга живлення повинна бути на 0,5 В вище порогової напруги VTO транзисторів. Значення опору навантаження особливо сильно впливає на похибку ВС при великих струмах, при цьому чим менше опір навантаження, тим менша похибка.

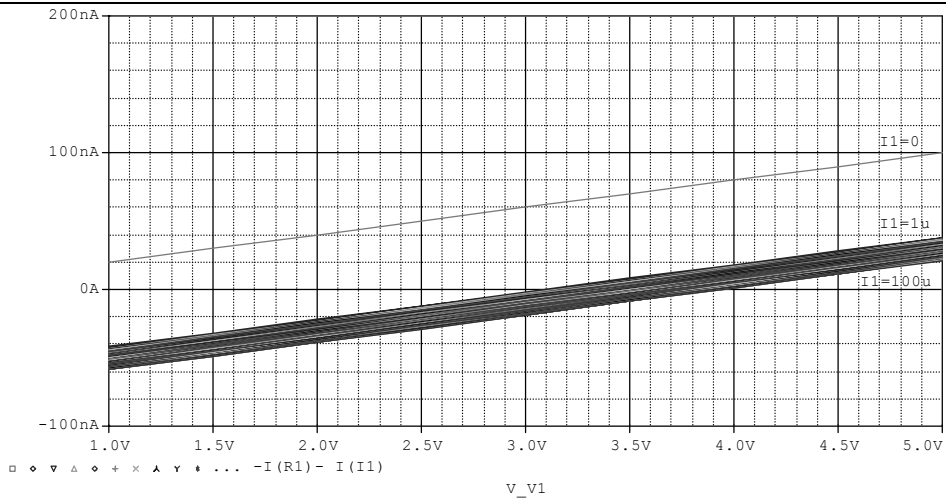


Рис. 4. Вплив напруги живлення на похибку в схемі з одним ВС ($I1=0\dots 100\mu\text{A}$, step $1\mu\text{A}$)

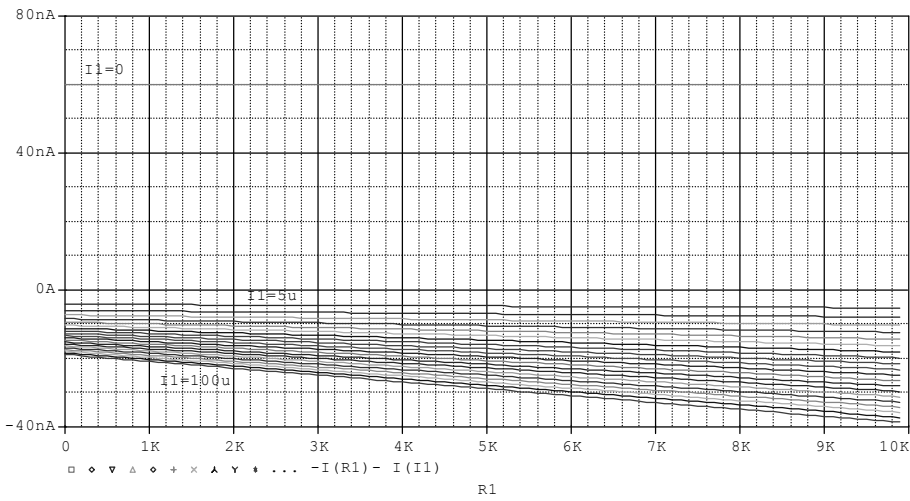


Рис. 5. Вплив опору навантаження на похибку в схемі з одним ВС ($I1=0\dots 100\mu\text{A}$, step $5\mu\text{A}$, $U_{ж}=3\text{В}$)

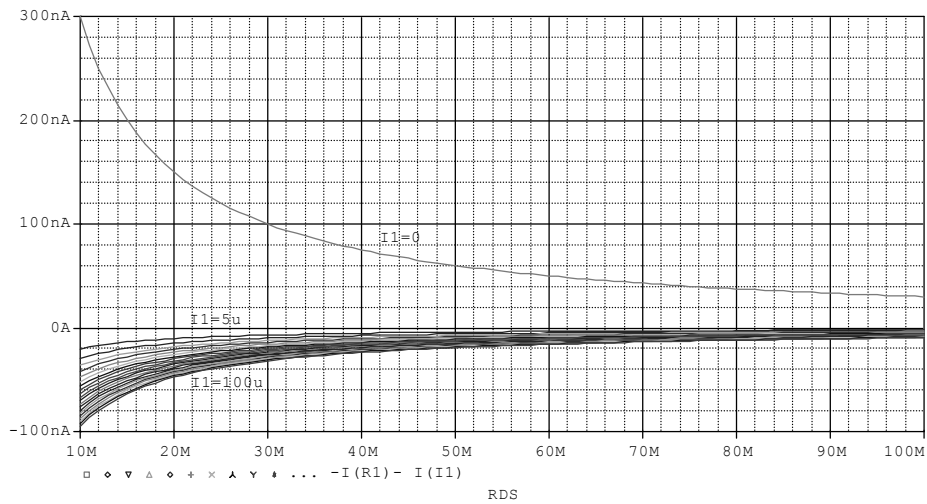


Рис. 6. Вплив RDS на похибку в схемі з одним ВС ($RDS=10\dots 100\text{MEG}$, step 1MEG ; $I1=0\dots 100\mu\text{A}$, step $5\mu\text{A}$, $U_{ж}=3\text{В}$)

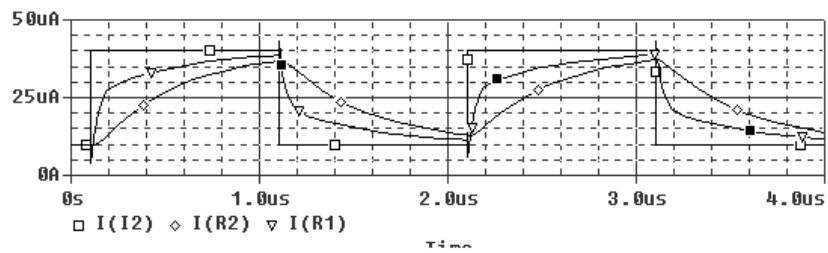


Рис. 7. Вплив опору навантаження на похибку в схемі з одним ВС з ТМ; $t_{\text{имп}}=1\mu\text{s}$, $I=40\mu\text{A}$, $R1=100\Omega$, $R2=1\text{k}\Omega$

Результати моделювання схеми з одним ВС з (СМ) в динамічному режимі при подачі імпульсів вхідних фотострумів тривалості $1 \mu\text{s}$ та з амплітудою показаною на рис. 7 дозволяють зробити висновок, що при правильному виборі діодів та відповідного навантаження ($R_1 < 100 \text{ Ом}$) запропонована схема може працювати з частотами імпульсів до 1 МГц забезпечуючи відносну похибку на рівні не більше 1% у встановленому режимі та затягування фронтів до $0,2 \text{ мкс}$ (рис. 7, 8).

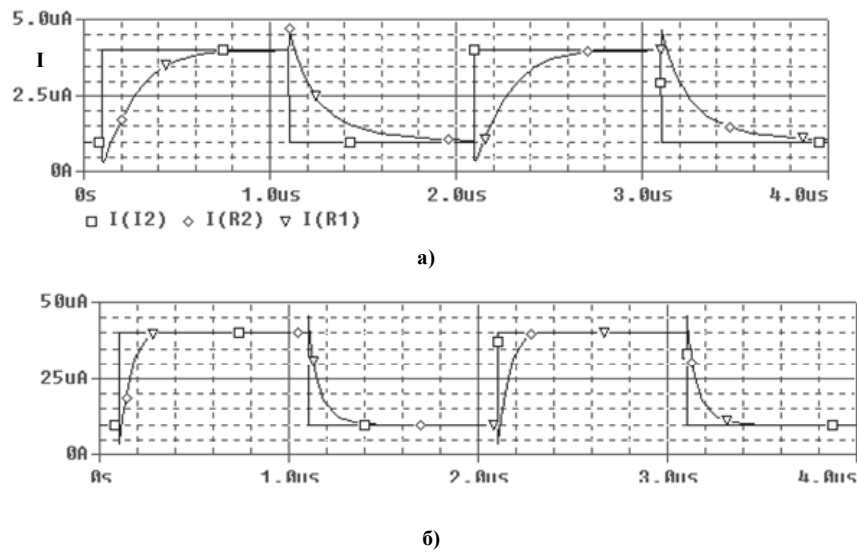


Рис. 8. Вплив величини струму на похибку в схемі з одним ВС з ТМ
 а) $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $t_{\text{imp}} = 1 \mu\text{s}$, $I = 4 \mu\text{A}$;
 б) $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $t_{\text{imp}} = 1 \mu\text{s}$, $I = 40 \mu\text{A}$

Друга наша пропозиція полягає в нових структурних підходах до побудови схем, що реалізують УОЕ НБЛ. Ці підходи полягають в тому, що використовуючи схожість деяких структурних фрагментів в схемах різних типів УОЕ НБЛ, можна синтезувати схему, яка б реалізувала шляхом простої структурної її настройки увесь можливий набір (множину) типів УОЕ НБЛ. Крім того, в багатьох випадках необхідно формувати на виході таких схем як прямий, так і доповнювальний комплементарний сигнали (еквівалентність та нееквівалентність УОЕ). Тому можна також використати однакові структурні підсхеми (фрагменти) для їх одночасного формування, що зменшує загальну структурну складність УОЕ та звільняє від необхідності вводити вузли нечіткого заперечення чи формування доповнювальних сигналів. Ці схеми будуть наводитись в доповіді, а тут через обмеження об'єму доповіді не наводяться.

Третя наша пропозиція полягає в використанні більш точних перетворювачів струм-частота (ПСЧ) з відносною похибкою $0,1-0,2\%$ або в заміні ПСЧ на вузол перетворення струму в тривалість імпульсу (широтно-імпульсний модулятор з струмовим входом (ШІМС)). Схеми таких ШІМС на основі λ -тріодів, як показують результати нашого моделювання [8], можуть мати нелінійність перетворення не вище ніж $0,5\%$ при вхідних фотострумах в діапазоні $0,1-100 \text{ мкА}$ чи навіть в наноамперному діапазоні. При цьому потужність споживання таких ШІМС може не перевищувати 1 мкВт .

Висновки

Результати досліджень і моделювання показують, що запропоновані вдосконалення схем УОЕ НБЛ дозволяють зменшити як в статичному, так і в динамічному режимі загальні відносні похибки, які не перевищують 1% , що в порівнянні з відомими схемами свідчить про зменшення похибки в $5-20$ разів.

Література

1. Krasilenko V.G. et. al. Continuous logic equivalent models of Hamming neural network architectures with adaptive correlated weighting // Proc. of SPIE. – 1997. – Vol. 3402. – p. 398-408.
2. Красиленко В.Г., Нікольський О.І., Огородник К.В. Деякі новітні результати та досягнення вітчизняної нейроінформатики / Красиленко В.Г // Збірник наукових праць ВНТК ВОТГП-2001. – вип. № 8. – Хмельницький. – 2001. – С. 320-324.
3. Krasilenko V.G., Nikolsky A.I., Voloshin V.M. Optical pattern recognition algorithms based on neural-logic equivalent models and demonstration of their prospectiveness and possible implementations // Proc. of SPIE. – 2001. – Vol. 4387. – p. 247-260.
4. Красиленко В.Г., Нікольський О.І., Парашук О. Дослідження динамічних процесів в нейромережах за допомогою еквівалентнісних системних енергетичних функцій // Збірник наукових праць ВНТК ВОТГП-2001: Вип. № 8. – Хмельницький. – 2001. – С. 325-330.
5. Krasilenko V.G., Nikolsky A.I., Pavlov S.N. The associative 2D-memories based on matrix-tensor equivalent models // Радіоелектроніка, Інформатика, Управління. – 2002. – № 2 (8). – С. 45-54.

6. Krasilenko V.G., Nikolsky A.I., Yatskovsky V.I., Ogorodnik K.V., Lischenko S. The family of new operations “equivalency” of neuro-fuzzy, logics, their optoelectronic realization and applications // Proc. of SPIE. – 2002. – Vol. 4732. – p. 106-120.

7. Проектування та дослідження схем для реалізації узагальнених операцій еквівалентності (нееквівалентності) нейробіології / Красиленко В.Г., Нікольський О.І., Огородник К.В., Ліщенко С.А., Курдибаха С.В // Збірник наукових праць ВНТК ВОТТІ-2002. – Хмельницький. – Вип. № 9. – 2002. – С. 234-238.

8. Krasilenko V.G., Nikolsky A.I., Lazarev A.A. Optoelectronic triggers based on λ -devices as advanced components for optical computing arrays // Proc. SPIE. – 2003. – Vol. 5104. – p.137-145.

Надійшла 15.2.2009 р.

УДК 004.324

К.В. КОЛЕСНИКОВ

Черкаський державний технологічний університет,

А.Р. КАРАПЕТЯН

Черкаський державний технологічний університет,

Ю.М. ГРИШКО

Київський національний авіаційний університет

ПРОБЛЕМИ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЇ ТА АДАПТИВНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ ДАНИХ В РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ КОМУНІКАЦІЙ

Розвиток мереж зв'язку, мереж передачі даних і проблеми управління потоками в них вимагають нових методів оптимізації процесів маршрутизації потоків даних. Для вирішення даної проблеми, в рамках розвитку сучасної науки, можна використовувати моделі і методи адаптивної і нейромережевої маршрутизації в мультиагентних телекомунікаційних системах. Головною проблемою у використанні цих моделей і методів є великий обсяг обчислень.

Development of communication networks, the networks of transmission of data and problems of management streams in them are required new methods of optimization of processes of routing of flows of data. For the decision of this problem, within the framework of development of modern science, it is possible to utilize models and methods of adaptive and neyromerezhevoy routing in mul'tiagentnikh telecommunication systems. By a main problem in the use of these models and methods large volumes of calculations.

1. Постановка завдання

Вдосконалити мережеве управління потоками даних в глобальних телекомунікаційних системах (ТС) можна за допомогою автоматизації на базі динамічних моделей ТС як складних об'єктів управління, методів оптимізації процесів маршрутизації потоків даних і принципів адаптивного управління з використанням мультиагентних технологій. Тут можна враховувати як реальну динаміку ТС, так і адаптацію до різних чинників невизначеності. У даній роботі розглядаються принципи адаптивної і нейромережевої мультиагентної маршрутизації потоків даних в складних ТС зі змінною динамікою. Ці моделі і методи є важливим складником сучасної теорії адаптивного і інтелектуального управління інформаційними потоками в глобальних ТС.

2. Моделі і методи адаптивної і нейромережевої маршрутизації в мультиагентних ТС

Особливості адаптивної маршрутизації в порівнянні із статичною або динамічною:

- алгоритми адаптивної маршрутизації вимагають обліку і обробки поточної інформації про реальний стан ТС;
- передача інформації про поточний стан або структурні зміни в ТС, необхідної для адаптивної маршрутизації, додатково завантажує ТС і приводить до затримок;
- збільшення завантаження мережі і часу затримки може приводити до коливань або автоколивань і до збільшення кількості операцій при визначенні оптимального маршруту.
- Переваги адаптивної маршрутизації потоків даних в розподілених ТС по відношенню до неадаптивної маршрутизації:
 - забезпечує нормальну роботу і надійність ТС при непередбачуваних змінах їх структури або параметрів, більш рівномірно завантажує вузли і канали зв'язку ТС;
 - спрощує управління передаванням потоків даних і полегшує адаптацію до перевантажень мережі;
 - збільшує час безвідмовної роботи і продуктивність ТС при якісному рівні послуг, що надаються, в непередбачуваних умовах зміни мережевих параметрів і структури.

2.1. Нейромережева маршрутизація в мультиагентних ТС

Як відомо, нейронні мережі є ефективною обчислювальною моделлю розпізнавання образів або апроксимування функцій будь-якої складності, ґрунтуючись на неповній інформації, розміщеній в повчальній БД.

Властивість нейронних мереж одержувати потрібний результат при зашумлених вхідних