

УДК 004.942

**В.В. ПАСІЧНИК**, д-р техн. наук, проф., НУ "Львівська політехніка",  
Львів,

**Т.В. ШЕСТАКЕВИЧ**, ас., НУ "Львівська політехніка", Львів

### **МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАЛЕЛІЗМУ В ОСВІТНІХ ПРОЦЕСАХ ОСІБ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ**

Досліджено освітні процеси інклюзивного навчання осіб з особливими потребами. Проаналізовано порядок реалізації освітніх завдань та додаткові умови їх виконання. Із застосуванням мереж Петрі розроблено формальну модель процесу набуття освіти особами з особливими потребами, що дає змогу відображати одночасність освітніх процесів. Лл.: 1. Табл.: 3. Бібліогр.: 11 назв.

**Ключові слова:** інклюзивне навчання, особа з особливими потребами, мережі Петрі.

**Постановка проблеми.** Одним із найбільш ефективних способів соціальної адаптації особи з особливими потребами є інклюзивне навчання в процесі набуття освіти. Створення моделі процесу набуття освіти особою з особливими потребами є актуальною науково-прикладною задачею, застосування такої моделі уможливить варіативне планування навчального процесу для такої категорії осіб.

**Аналіз літератури.** Інтегрування дітей з особливостями розвитку до масових освітніх закладів є домінуючою тенденцією сучасної освіти, притаманною всім високорозвиненим країнам. У роботах деяких зарубіжних дослідників (Р.В. Майєра, С.В. Астаніна, В.В. Ломакіна та ін.) викладено наукові підходи до математичного моделювання супроводу та управління процесом навчання [1 – 3], але не враховано можливість набування освіти особами, що мають психофізіологічні відхилення. І хоча існує значна кількість закордонних наукових досліджень, що враховують різноманітні специфічні характеристики інклюзивного навчання (Т. Бут, Д. Депплер, Т. Лорман та ін.), невід’ємною характерною ознакою моделювання процесів набуття освіти особами з особливими потребами є необхідність враховувати національну політику у галузі освіти такої категорії осіб. Саме тому напрацювання закордонних дослідників неможливо безумовно застосовувати до освітніх реалій нашої держави.

В Україні інклюзивна освіта є предметом наукових досліджень О.М. Дікової-Фаворської, А.А. Колупасвої, Т.Г. Соловйової, І.В. Макаренко та ін.: вітчизняними науковцями розроблено абстрактні моделі інклюзивного навчання та його оцінювання, формування

індивідуальної навчальної траєкторії, визначення рівня психофізичного розвитку [4, 5]. У доробку українських науковців є ряд робіт, прямо чи опосередковано пов'язаних із розробленням математичних моделей етапів набуття освіти особою з особливими потребами. У роботах Ю.В. Нікольського, Т.О. Дмитренко, В.І. Кута, М.В. Давидова запропоновано модель процесу аналізу великих масивів даних, адаптовано застосування теорії графів для вирішення завдань оптимізації навчального плану, розроблено моделі дистанційного навчання, запропоновано математичне забезпечення системи для ідентифікації елементів української жестової мови [6 – 9]. Проте, ці та інші математичні моделі не відображають вповні процес набуття освіти особами з особливими потребами. На даний час з доступних літературних джерел авторам не відомі загальні системні моделі процесу набуття освіти особами з особливими потребами (ООП). Перша спроба заповнити таку прогалину була здійснена авторами в [10].

**Ціль статті.** Об'єктом дослідження даної статті є особливості моделювання паралелізму в процесі набуття освіти ООП, предметом дослідження є можливості застосування математичного апарату мереж Петрі для моделювання паралельності певних явищ досліджуваного процесу. З цією метою на основі досліджень процесу набуття освіти ООП необхідно створити відповідну формальну модель з допомогою мереж Петрі.

**Моделювання паралелізму в освітніх процесах.** В ході дослідження процесу набуття освіти ООП авторами було встановлено функціональні етапи такого процесу та його характерні ознаки, до яких відносяться строга послідовність виконання етапів досліджуваного процесу, а також необхідність паралельної реалізації окремих освітніх завдань в межах означених етапів процесу набуття освіти особою з особливими потребами. Для формального подання таких вимог застосовуємо мережі Петрі. Перевагами застосування цієї математичної абстракції є можливість відображення з її допомогою причинно-наслідкових зв'язків у складних системах та наочне подання паралельних явищ та процесів у складних системах, до категорії яких відносяться процес набуття освіти особою з особливими потребами.

Мережа Петрі забезпечує наочне, формалізоване подання поведінки паралельних систем з асинхронними взаємодіями [11]. Апарат мереж Петрі дає змогу компактно відображати структуру відношень між елементами системи та динаміку зміни її станів при заданих початкових умовах. Спираючись на формальний опис освітніх процесів при інклюзивній формі навчання, змодельовано процес набуття освіти ООП

засобами мереж Петрі. Задамо таку мережу скінченною множиною позицій  $P$  та переходів  $T$ . Переходи такої мережі Петрі за своїм змістом є подіями, а позиції – умовами настання подій. Події в процесі набуття освіти полягають у виконанні певних освітніх завдань, наслідки реалізації таких завдань є умовами настання наступних подій. Послідовність реалізації освітніх завдань відображається спрацюванням переходів мережі Петрі. Узгодження правил спрацювання переходів є способом вираження причинно-наслідкових зв'язків між умовами і подіями в системі.

Визначимо позиції мережі Петрі та їх зміст в термінах набуття освіти ООП. Введемо відповідні формальні позначення (табл. 1).

Таблиця 1

Позиції мережі Петрі та їх семантична інтерпретація

Позиція	Інтерпретація позиції
$p_0$	Вимога особи щодо набуття освіти.
$p_1$	Накопичені реєстраційні дані.
$p_2$	Результати діагностування в ПМПК.
$p_3$	Результати опитування батьків особи.
$p_4$	Результати опитування особи.
$p_5$	Комплексна оцінка особи.
$p_6$	ОПР особи.
$p_7$	Форма навчання особи з ОПР.
$p_8$	Зміст навчання особи з ОПР.
$p_9$	Адаптований "Типовий навчальний план...".
$p_{10}$	Навчально-методичне забезпечення навчання особи з ОПР.
$p_{11}$	Матеріально-технічне забезпечення навчання особи з ОПР.
$p_{12}$	Кадрове забезпечення навчання особи з ОПР.
$p_{13}$	Перелік закладів інклюзивного навчання за місцем проживання особи з ОПР.
$p_{14}$	Перелік закладів позанавчальної освіти за місцем проживання особи з ОПР.
$p_{15}$	Організаційно-правове забезпечення інклюзивного навчання особи.
$p_{16}$	Допомога батьків.
$p_{17}$	ІНП особи з ОПР.
$p_{18}$	Результати реалізації ІНП особи.
$p_{19}$	Оцінка навчальних досягнень особи з ОПР.
$p_{20}$	Оцінка розвитку соціальних компетенцій особи з ОПР.
$p_{21}$	Оцінка результатів реалізації ІНП особи.

Введемо відповідні формальні позначення переходів мережі Петрі та визначимо їх зміст (табл. 2).

Таблиця 2

Переходи в мережі Петрі та їх семантична інтерпретація

Перехід	Інтерпретація переходу
$t_1$	Процес / процедура формування ідентифікаційних даних.
$t_2$	Процес проведення комплексного оцінювання особи.
$t_3$	Процес аналізу комплексної оцінки особи.
$t_4$	Процес визначення форми навчання.
$t_5$	Процес визначення змісту навчання.
$t_6$	Процес узгодження мети навчання.
$t_7$	Процес формування складових ІНП.
$t_8$	Процес узгодження складових ІНП.
$t_9$	Процес реалізації ІНП.
$t_{10}$	Процес оцінювання результатів реалізації ІНП.
$t_{11}$	Процес інтерпретації результатів реалізації ІНП.
$t_{12}$	Процес прийняття рішень за результатами реалізації ІНП.

Задамо мережу Петрі аналітично – множинами позицій, переходів, вхідних та вихідних функцій. Множина позицій:  $P = \{p_0, p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9, p_{10}, p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, p_{15}, p_{16}, p_{17}, p_{18}, p_{19}, p_{20}, p_{21}\}$ . Множина переходів:  $\{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9, t_{10}, t_{11}, t_{12}\}$ . Множини вхідних та вихідних функцій зручно подати таблично (табл. 3).

Таблиця 3

Множини вхідних та вихідних функцій мережі Петрі

Множина вхідних функцій	Множина вихідних функцій
$I(t_1) = \{p_0\},$	$O(t_1) = \{p_1, p_2, p_3, p_4\},$
$I(t_2) = \{p_1, p_2, p_3, p_4\},$	$O(t_2) = \{p_5\},$
$I(t_3) = \{p_5\},$	$O(t_3) = \{p_6\},$
$I(t_4) = \{p_6\},$	$O(t_4) = \{p_7\},$
$I(t_5) = \{p_7\},$	$O(t_5) = \{p_8\},$
$I(t_6) = \{p_7, p_8\},$	$O(t_6) = \{p_9\},$
$I(t_7) = \{p_9\},$	$O(t_7) = \{p_{10}, p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, p_{15}, p_{16}\},$
$I(t_8) = \{p_{10}, p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, p_{15}, p_{16}\},$	$O(t_8) = \{p_{17}\},$
$I(t_9) = \{p_{17}\},$	$O(t_9) = \{p_{18}\},$
$I(t_{10}) = \{p_{18}\},$	$O(t_{10}) = \{p_{19}, p_{20}\},$
$I(t_{11}) = \{p_{19}, p_{20}\}.$	$O(t_{11}) = \{p_{21}\}.$

Графічно мережу Петрі, що дає змогу змоделювати паралельні процеси в набутті освіти особою з особливими потребами, подано на рис.

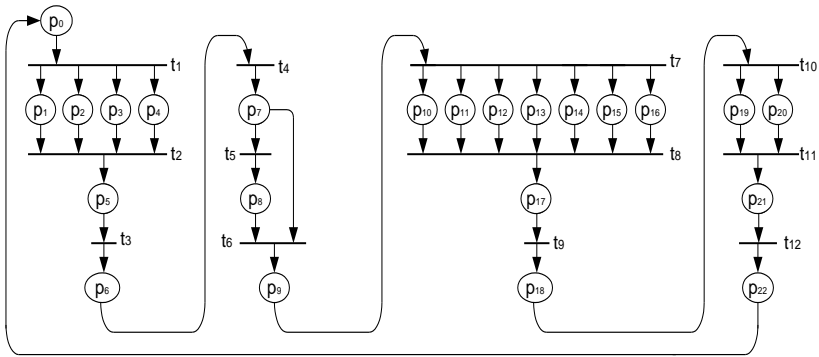


Рис. Графічне задання мережі Петрі, що моделює паралелізм в освітніх процесах осіб з особливими потребами

Перевагами застосування формалізмів мереж Петрі до моделювання освітніх процесів є зручність графічного та аналітичного відображення особливостей взаємодії та порядку настання подій, характерних для освітніх процесів. Апарат мереж Петрі дає змогу відображати в моделі не лише її функціональність, але й структурні властивості, що суттєво спрощує процес моделювання паралелізмів, притаманних освітнім процесам. До переваг запропонованої авторами моделі віднесемо і те, що вона об'єднує усі етапи освітнього процесу осіб з особливими потребами в єдиній системі, що дає змогу чи не вперше комплексно та цілісно аналізувати такий процес. Модель загалом враховує сучасну державну політику в галузі освіти осіб з особливими потребами та дає змогу враховувати досвід і закордонних науковців. Вона є добрим підґрунтям для розроблення цілісної системи інформаційно-технологічного супроводу освітніх процесів осіб з особливими потребами.

Розроблена модель процесу набуття освіти особами з особливими потребами формально описує задачу побудови оптимальної індивідуальної освітньої траєкторії. У подальших дослідженнях сформовану авторами модель процесу набуття освіти такою категорією осіб буде використано при формуванні системи інформаційно-технологічного супроводу освітнього процесу, визначенні властивості та функції такої системи. Розроблену модель доцільно було б використовувати для виявлення та обґрунтування техніко-технологічних вимог до такого класу систем.

**Висновки.** Інклюзивне навчання є одним із перспективних напрямів освіти осіб з особливими потребами, застосування методів математичного моделювання для аналізу такого виду складних систем сприятиме підвищенню їх ефективності та результативності такого навчання. При побудові формальної моделі набуття освіти особами з особливими потребами автори використали апарат мереж Петрі. Це дало змогу скористатись зручним графоаналітичним засобом відображення паралелізму, притаманного освітнім процесам. Оригінальність розробленої моделі набуття освіти особами з особливими потребами полягає у системному комплексному відображенні функціональних та структурних характеристик досліджуваного процесу. Модель поєднує в єдиній цілісній системі усі етапи процесу набуття освіти із врахуванням вітчизняної специфіки цього процесу.

У перспективі автори передбачають розроблення комплексу інформаційних технологій супроводу набуття освіти особами з особливими потребами з активним використанням створеної моделі на основі мережі Петрі. Це, своєю чергою, уможливить формування цілісної системи управління в освітній галузі, яка забезпечуватиме процес навчання осіб з особливими потребами як однієї із сутнісних ланок вітчизняної освітньої мережі.

**Список літератури:** 1. *Майер Р.В.* Кибернетическая педагогика: Имитационное моделирование процесса обучения [Электронный ресурс] / *Р.В. Майер.* – Глазов: ГППИ, 2013. – 138 с. – Режим доступа: [http://maier-gv.glazov.net/Mayer\\_Kibern\\_pedagogika.pdf](http://maier-gv.glazov.net/Mayer_Kibern_pedagogika.pdf). 2. *Астанин С.В.* Сопровождение процесса обучения на основе нечеткого моделирования / *С.В. Астанин* // Открытое образование. – 2000. – № 5. – С. 37-44. 3. *Ломакин В.В.* Организация интеллектуального управления индивидуальными образовательными траекториями / *В.В. Ломакин, Р.Г. Асадуллаев* // Научные ведомости Белгородского гос. университета: научный журнал. – Белгород: Издательский дом "Белгород". – 2013. – № 22 (165). – Вып. 28/1. – С. 167-174. 4. *Колупаева А.А.* Діти з особливими освітніми потребами та організація їх навчання. Видання доповнене та перероблене: наук.-метод. посіб. / *А.А. Колупаева, Л.О. Савчук.* – К.: Видавн. група "АТОПОЛ", 2011. – 274 с. 5. *Дікова-Фаворська О.М.* Особа з функціональними обмеженнями в колі проблем здоров'я-навчання-працевлаштування: монографія / *О.М. Дікова-Фаворська та ін.;* ВНЗ Ун-т "Україна", Житомир. екон.-гуманіт. ін-т. – Житомир: Полісся, 2009. – 364 с. 6. *Нікольський Ю.* Модель процесу аналізу даних / *Ю. Нікольський* // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Львів: Вид-во Львівської політехніки. – 2010. – № 663. – С. 108-116. 7. *Дмитренко Т.О.* Диференціація та інтеграція в управлінні навчальними закладами [Електронний ресурс] / *Т.О. Дмитренко, К.В. Яресько* // Витоки педагог. майстерності. Сер.: Педагог. науки. – 2011. – Вып. 8 (1). – С. 31-35. – Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vpm\\_2011\\_8\(1\)\\_8.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vpm_2011_8(1)_8.pdf). 8. *Кут В.* Математичне та програмно-алгоритмічне

моделювання системи дистанційного навчання осіб з особливими потребами / *В. Кут, Ю. Нікольський, В. Пасічник* // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" – Львів: Вид-во Львівської політехніки. – 2011. – № 710. – С. 113-122. **9. Давидов М.В.** Математичне та програмне забезпечення комп'ютерної системи ідентифікації елементів української жестової мови: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: спец. 01.05.03 "Математичне та програмне забезпечення обчислювальних машин і систем" / *М.В. Давидов*. – Національний університет "Львівська політехніка". – Львів, 2009. – 20 с. **10. Шестакевич Т.В.** Структурне моделювання процесів інклюзивного навчання осіб з особливими потребами / *Т.В. Шестакевич, В.В. Пасічник* // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Львів: Вид-во Львівської політехніки. – 2014. – № 805. – С. 180-195. **11. Пютерсон Дж.** Теория сетей Петри и моделирование систем / *Дж. Пютерсон*. – М.: Мир, 1984. – 264 с.

**Bibliography (transliterated):** **1. Majer R.V.** Kiberneticheskaja pedagogika: Imitacionnoe modelirovanie processa obuchenija [Elektronnij resurs] / *R.V. Majer*. – Glazov: GGPI, 2013. – 138 s. – Rezhim dostupu: [http://maieriv.glazov.net/Mayer\\_Kibern\\_pedagogika.pdf](http://maieriv.glazov.net/Mayer_Kibern_pedagogika.pdf). **2. Astanin S.V.** Soprovozhdenie processa obuchenija na osnove nechetkogo modelirovanija / *S.V. Astanin* // Otkrytoe obrazovanie. – 2000. – № 5. – S. 37-44. **3. Lomakin V.V.** Organizacija intelektual'nogo upravlenija individual'nymi obrazovatel'nymi traektorijami / *V.V. Lomakin, R.G. Asadullaev* // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gos. universiteta: nauchnyj zhurnal. – Belgorod: Izdatel'skij dom "Belgorod". – 2013. – № 22 (165). – Vyp. 28/1. – S. 167-174. **4. Kolupaeva A.A.** Diti z osoblivimi osvitnimi potrebami ta organizacija ih navchannja. Vidannja dopovnene ta pereroblene: nauk.-metod. posib / *A.A. Kolupaeva, L.O. Savchuk*. – K.: Vidavn. grupa "ATOPOL", 2011. – 274 s. **5. Dikova-Favors'ka O.M.** Osoba z funkcional'nimi obmezhenjiami v koli problem zdorov'ja-navchannja-pracevlashtuvannja: monografija / *O.M. Dikova-Favors'ka*. – VNZ Un-t "Ukraina", Zhitomir. ekon.-gumanit. in-t. – Zhitomir: Polissja, 2009. – 364 c. **6. Nikol's'kij Ju.** Model' procesu analizu danih / *Ju. Nikol's'kij* // Visnik Nacional'nogo universitety "L'viv's'ka politehnika". – L'viv: Vid-vo L'viv's'koї politehniki. – 2010. – № 663. – S. 108-116. **7. Dmitrenko T.O.** Diferenciacija ta integracija v upravlinni navchal'nimi zakladami [Elektronnij resurs] / *T.O. Dmitrenko, K.V. Jares'ko* // Vitoki pedagog. majsternosti. Ser.: Pedagog. nauki. – 2011. – Vip. 8 (1). – S. 31-35. – Rezhim dostupu: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vpm\\_2011\\_8\(1\)\\_8.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vpm_2011_8(1)_8.pdf). **8. Kut V.** Matematichne ta programno-algoritmichne modeljuvannja sistemi distancijnogo navchannja osob z osoblivimi potrebami / *V. Kut, Ju. Nikol's'kij, V. Pasichnik* // Visnik Nacional'nogo universitety "L'viv's'ka politehnika". – L'viv: Vid-vo L'viv's'koї politehniki, 2011. – № 710. – S. 113-122. **9. Davidov M.V.** Matematichne ta programne zabezpechennja komp'juternoї sistemi identifikacii elementiv ukrains'koї zhestovoї movi: avto-ref. dis. na zdobuttja stupenja kand. tehn. nauk: spec. 01.05.03 "Matematichne ta programne zabezpechennja obchisljuval'nih mashin i sistem" / *M.V. Davidov*. – Nacional'nij universitet "L'viv's'ka politehnika". – L'viv, 2009. – 20 s. **10. Shestakevich T.V.** Strukturne modeljuvannja procesiv inkluzivnogo navchannja osob z osoblivimi potrebami / *T.V. Shestakevich, V.V. Pasichnik* // Visnik Nacional'nogo universitety "L'viv's'ka politehnika". – L'viv:

Vid-vo L'vivs'koï politehniky. – 2014. – № 805. – S. 180-195. **11.** *Piterson Dzh.* Teorija setej Petri i modelirovanie sistem / *Dzh. Piterson.* – M.: Mir, 1984. – 264 s.

*Надійшла до редакції 12.03.2015*

*Повторно 01.05.2015*

Pasichnyk Volodymyr, Dr. Sci. Tech, Professor  
National University "Lviv Polytechnic"  
Str. Bandery, 12, Lviv, Ukraine, 79000  
e-mail: vpasichnyk@gmail.com  
ORCID 0000-0002-5231-6395

Shestakevych Tetiana, assistant  
National University "Lviv Polytechnic"  
Str. Bandery, 12, Lviv, Ukraine, 79000  
Tel.: (067) 6712244, e-mail: tetiana.v.shestakevych@gmail.com  
ORCID 0000-0002-4898-6927